Universidad de Colima

Facultad de Telemática

INCURSIÓN DE LA UNIVERSIDAD DE COLIMA A INTERNET2: SISTEMATIZACIÓN DE LA EXPERIENCIA

TESIS

QUE PARA OBTENER EL GRADO DE

MAESTRÍA EN CIENCIAS ÁREA: TECNOLOGÍA Y EDUCACIÓN

PRESENTA:
LIC. JUAN MANUEL CALVILLO RAMOS

ASESOR:
M.C. JUAN ANTONIO GUERRERO IBÁÑEZ

COLIMA, COL. NOVIEMBRE 2001.

INDICE

Página

Capítulo I Antecedentes

1.1 Antecedentes de la comunicación electrónica..... 1
1.2 Introducción a las redes 2
1.3 Internet 4
1.4 ¿Qué es Internet2? 6
1.5 Nacimiento en los Estados Unidos 8
1.6 Internet2 en otros países 10
1.7 Internet2 en México 13

Capítulo II Tecnología utilizada

2.1 Introducción 17
2.2 Equipos de acceso 18
2.3 Requerimientos en telecomunicaciones para I2 en EE.UU. 21
2.4 Requerimientos en telecomunicaciones para I2 en México 25
2.5 Aplicaciones avanzadas en EE.UU. 26
2.6 Aplicaciones de I2 en México 28

Capítulo III Elaboración del diagnóstico

3.1 Definición 30
3.2 Antecedentes del diagnóstico de Telecomunicaciones e Informática de la región Centro – Occidente de la ANUIES 30
3.3 Otro diagnóstico.....34
3.4 Generalidades del nuevo diagnóstico 35
3.4.1 Necesidad del diagnóstico..... 36
3.4.2 Delimitación del área de estudio..... 36
3.5 Elaboración del cuerpo del diagnóstico..... 37
3.6 Herramientas para la recolección de información..... 38

Capítulo IV Infraestructura Tecnológica

4.1 Antecedentes de la red universitaria..... 41
4.2 Aspecto Organizacional..... 42
4.3 Descripción Tecnológica..... 44
4.4 Monitoreo de la red..... 51
4.5 Pruebas de desempeño..... 61
4.6 Aplicaciones universitarias en desarrollo..... 72

Capítulo V Propuesta Tecnológica

5.1 Concentración de la Información..... 82
5.1.1 Información organizacional..... 82
5.1.2 Información técnica..... 82
5.1.3 Información del Backbone..... 83
5.2 Propuesta del hardware..... 83
5.3 Propuesta del enlace a I2 con el CUDI..... 86
5.4 Propuesta de los nodos internos para recibir la señal de I2..... 87
5.5 Requerimientos administrativos..... 88

Conclusiones

89

Anexos

Glosario de siglas

Bibliografía

Indice de tablas

Página

Capítulo I
1.1 Comités del proyecto 802 de la IEEE.....3
1.2 Comportamiento de membresías..... 15
1.3 Cuotas autorizadas por el CUDI para el año 2001..... 16

Capítulo II
2.1 Tipos de enlace de alta velocidad.....24
2.2 Aplicaciones avanzadas..... 27

Capítulo IV
4.1 Duración de la transferencia..... 61

Capítulo V
5.1 Número de computadoras que pertenecen a los nodos 87

Indice de figuras

Página

Capítulo I

1.1 Esquema de las capas del modelo de referencia OSI..... 3
1.2 Distribución de la red Internet2 en Estados Unidos..... 9
1.3 La red europea más importante TEN-155..... 11

Capítulo II

2.1 Gigabit Switch Router 12008..... 18
2.2 Smart Switch Router (SSR)..... 19
2.3 MAS Micro Wallmount Unit (WMU)..... 20
2.4 Backbone Concentrator Node (BCN)..... 20
2.5 Velocidad del Backbone de I2 en los Estados Unidos..... 23
2.6 Backbone de I2 en México..... 25

Capítulo IV

4.1 Organigrama de la Dirección General de Servicios Telemáticos..... 42
4.2 Figura de un Smart Switch Router 8600..... 46
4.3 Backbone de la Universidad de Colima..... 49
4.4 Gráfica del tráfico del nodo Cenedic..... 52
4.5 Gráfica del tráfico del nodo Biblioteca de Ciencias Sociales..... 53
4.6 Gráfica del tráfico del nodo de Biblioteca de Ciencias..... 54
4.7 Gráfica del tráfico del nodo de Biblioteca de Medicina..... 55
4.8 Gráfica del tráfico del nodo de Medio Didácticos..... 56
4.9 Gráfica del tráfico del nodo Biblioteca de Humanidades..... 57
4.10 Gráfica del tráfico del Nodo CUICA-CIAM..... 58
4.11 Gráfica del tráfico del Nodo Biblioteca de Ciencias Agropecuarias..... 59
4.12 Gráfica del tráfico del Nodo Biblioteca de Ciencias Marinas..... 60
4.13 Gráfica de las pruebas del Nodo Cenedic..... 63
4.14 Gráfica de las pruebas del Nodo de Biblioteca de Sociales..... 64
4.15 Gráfica de las pruebas del Nodo de la Biblioteca de la Salud..... 65
4.16 Gráfica de las pruebas del Nodo de la Biblioteca de las Ciencias..... 66
4.17 Gráfica de las pruebas Nodo de Medios Didácticos..... 67
4.18 Gráfica de las pruebas del Nodo de la Biblioteca de Humanidades 68
4.19 Gráfica de las pruebas del Nodo del CUICA – CIAM..... 69
4.20 Gráfica de las pruebas del Nodo de la Bib. de Ciencias Agropecuarias 70
4.21 Gráfica de las pruebas del Nodo de la Biblioteca de Ciencias del Mar 71
4.22 Organigrama de la Dirección General de Servicios Bibliotecarios..... 74

Capitulo V

5.1 Equipo X-Pedition Router 8000..... 84
5.2 Forma de llegada de la señal de I2 hacia el Backbone 85

Resumen

El propósito de este trabajo es dar a conocer en forma global la tecnología que conforma la red de alta velocidad (Backbone) de la Universidad de Colima y con base en un diagnóstico realizar una propuesta para que la institución se pueda incorporar a la red de Internet2 (I2).

La investigación está dividida en 5 capítulos, agrupados en dos bloques. El primer bloque lo forman los dos primeros capítulos en los cuales se mencionan los antecedentes y la descripción tecnológica, que construyen una base de conocimientos para mejorar el entendimiento de la investigación. El segundo bloque consiste en los tres capítulos restantes que presentan el trabajo esencial:

- Capítulo 3. La realización del diagnóstico.- Entendido como el proceso que contempla la detección de las necesidades y la justificación por la elaboración del diagnóstico.
- Capítulo 4. Aplicación del diagnóstico.- En esta etapa se pone en marcha el trabajo de campo que interviene en la investigación, incluye el levantamiento, depuración y categorización de la información que se obtuvo de los campus que forman el Backbone: Colima, Villa de Álvarez, Coquimatlán, Tecomán y Manzanillo.
- Capítulo 5. Las propuestas.- Éstas incluyen propuestas tecnológicas y administrativas que la universidad debe considerar para lograr incorporarse a la red de I2.

Los resultados de esta investigación dan las bases para sustentar que el Backbone si está preparado para recibir en sus nodos principales al enlace de Internet2. Pero es necesario hacer una reconfiguración de algunos equipos (hardware) existentes en la DiGeSeT, así como la adquisición e instalación de un FCD-E1, Smart Switch Router 8000 y un enlace a Internet2 a una velocidad de 2 Mbps. Aquellos nodos que fueron descartados debido a que no cumplen con los requerimientos tecnológicos son: el nodo de Biblioteca de Ciencias Agropecuarias y el nodo de Biblioteca de Ciencias del Mar.

Summary

The purpose of this work is to present the technology that makes up the high speed network (Backbone) of the University of Colima and based on diagnosis, it is intended to propose the incorporation of this institution to the network Internet2 (I2).

The investigation is divided in 5 chapters, grouped in two blocks. The first block is made up of the first two chapters. These two chapters provide the background and the tecnology description for a better understanding of this research. The second block is made up of chapters 3 to 5, which explain the essential work performed during this research:

- Chapter 3. The realization of the diagnostic. This process includes the needs assessment and a justification for diagnosis.
- Chapter 4. Application of diagnosis. This stage presents the field work which includes the gathering, depuration and labeled of information from "peripheral" campuses (Colima, Villa de Alvarez, Coquimatlán, Tecomán and Manzanillo).
- Chapter 5. Proposals. These include technological and administrative proposals which the university must consider to get incorporated to the net I2

The results of this research set the bases to state that the Backbone is in fact prepared to receive the link of I2 in its main nodes. However, it is necessary to change the configuration of some equipment (hardware) that already exists in the *DiGeSeT* and to obtain and install an FCD-E1, Smart Switch Router 8000 and a link to Internet2 at a speed of 2 Mbps. The nodes which were discarded because they do not comply with technological requirements are the ones found in *Biblioteca de Ciencias Agropecuarias* and *Biblioteca de Ciencias del Mar*.

Introducción

De acuerdo con el Subsecretario de Educación Superior e Investigación Científica de la SEP, Julio Rubio Oca, al cuestionarlo sobre el futuro de la educación en México con las nuevas tecnologías comentó: “Se abren una gran cantidad de oportunidades, en un país que necesita ampliar la cobertura del sistema educativo, particularmente de la media superior y superior además de que permitirá atender comunidades que mediante los mecanismo tradicionales es imposible, este tipo de tecnología (Internet2) nos va a permitir llegar a esos lugares y sobre todo propiciar que un mayor número de jóvenes puedan tener acceso a la educación media superior y superior, así como también incorporar en el sistema formal estos mecanismos que nos permitan realizar nuevos enfoques, para el desarrollo de nuevas actividades en la adquisición de habilidades y destrezas que en este momento son fundamentales para los jóvenes al momento de incorporarse al mercado laboral”.

Tomando en cuenta la postura del gobierno, es imperante que la universidad busque diferentes alternativas para mejorar la calidad educativa en los estudiantes, con nuevos procedimientos y utilizando la tecnología como herramienta facilitadora de la información.

La finalidad de esta investigación es mostrar lo que implica en el aspecto tecnológico, la incursión de la Universidad de Colima a esta nueva red académica llamada Internet2. Para este fin, se describe la estructura actual de la red universitaria y de Internet2 y posteriormente con un

profundo análisis técnico y pruebas científicas se propondrán mejoras en la infraestructura de la red de alta velocidad (Backbone) para que pueda realizar y soportar las aplicaciones avanzadas de Internet2.

La investigación está estructurada en cinco capítulos: 1).- antecedentes, 2).- tecnología utilizada, 3).- elaboración del diagnóstico, 4).- infraestructura tecnológica y 5).- propuesta tecnológica, los cuales pretenden facilitar la comprensión desde el principio hasta el fin.

Es en la Dirección General de Servicios Telemáticos (DiGeSeT), donde se desarrolla la mayor parte de la investigación, ya que es ahí donde se concentra la tecnología en Redes y Telecomunicaciones con la que cuenta la Universidad de Colima. Cabe mencionar que la DiGeSeT fue la coordinadora de la elaboración del Diagnóstico de Redes y Telecomunicaciones para la ANUIES, el cual sirve de ejemplo y apoyo a esta investigación.

Objetivo general

Lograr, mediante el estudio exhaustivo de la infraestructura existente de la Universidad de Colima y los requerimientos tecnológicos de la nueva red académica Internet2, propuestas que permitan la incursión de esta casa de estudios a este proyecto.

Justificación

Esta investigación es importante ya que los constantes avances tecnológicos, sociales y políticos que se están viviendo en estos días, hacen que la educación y la tecnología se conviertan en objetos de estudio, por ser piezas claves para el desarrollo de cualquier nación.

Se aprecia que Internet se vuelve cada vez más accesible y cuenta con mayor volumen de información, ofreciendo un medio idóneo de comunicación e interacción entre personas distantes. Desgraciadamente por ser una red comercial es incapaz de soportar ciertas aplicaciones avanzadas que demandan gran ancho de banda y calidad de servicio requeridas por las instituciones educativas y privadas, y que son necesarias para estrechar lazos de colaboración que conlleven a la superación de los niveles de calidad que hasta hoy en día tiene cada una de las IES del mundo.

Es por esto que surge en Estados Unidos Internet2. Una red entre 200 y 1000 veces más rápida que la Internet tradicional, permitiendo aplicaciones avanzadas, calidad de servicio, nuevos protocolos y equipos de comunicación, con el fin de promover la educación, investigación y colaboración entre universidades e instituciones públicas o privadas, por esta razón se necesita mejorar la infraestructura en redes y telecomunicaciones con la que se cuenta actualmente, para lograr soportar aplicaciones como: biblioteca

digital, educación a distancia, entornos colaborativos, telemetría, teleinmersión y otras aplicaciones a una velocidad superior a las ofrecidas por el Internet tradicional.

Con la incursión de la Universidad de Colima a Internet2, se fomentará la investigación, colaboración y la transferencia de conocimientos con otras universidades e instituciones del mundo.

1.1 Antecedentes de la comunicación electrónica

De acuerdo con la clase de Tecnología de Redes impartida por el M.C. Omar Álvarez, el arte de la comunicación es tan antiguo como la humanidad misma. En la antigüedad gracias a los tambores y señales de humo los nativos podían transmitir información entre localidades dispersas. Mucho tiempo pasó para dejar atrás estas rudimentarias formas de comunicación y en 1837, aparece la comunicación electrónica gracias a Samuel Morse con su invento del telégrafo. Después se logró que en la línea telefónica se pudiera transmitir la voz y el telégrafo al mismo tiempo permitiendo tener una comunicación alterna. Desde entonces los avances en la comunicación electrónica tuvieron un gran desarrollo permitiendo a Guillermo Marconi en 1899 la primera transmisión inalámbrica enviando mensajes a través del Canal de la Mancha, y 1902 se transmitieron las primeras señales trasatlánticas.

Con el surgimiento de la computadora electrónica, en 1950, la comunicación digital logró perfeccionarse y tener mayor calidad, para 1970, gracias al avance tecnológico y la escala de la integración de circuitos fue posible hacer computadoras más pequeñas, rápidas y accesibles a las personas (PC´s).

Durante el siglo XX fuimos testigos del surgimiento de las primeras redes de voz y datos en el mundo, desde las más simples como las telefónicas: Telmex, AT&T y Avantel, hasta las más complejas como Internet. Estas redes han acelerado el proceso de comunicación electrónica y hoy en día

podemos utilizar voz, datos, imagen y el texto para comunicarnos con otras personas en lugares distantes. En el siglo XX se acentuó más la necesidad del almacenamiento y procesamiento de la información con mayor rapidez para aquellas organizaciones que se encontraban dispersas geográficamente, es por eso que a mediados de este siglo nacen las primeras redes de computadoras (Álvarez; 2001).

Pero si hablamos de que el presente está dominado por las redes, debemos saber ¿qué son?, ¿para qué sirven?, y ¿dónde se utilizan?, preguntas a las cuales se les darán respuesta en el desarrollo de este trabajo.

1.2 Introducción a las redes

Según Jesús García (1997) en su libro Redes para proceso distribuido, para entender lo que es una red de datos debemos hacer una homologación a una red de pesca o a una telaraña, en donde todos los elementos se encuentran interrelacionados entre sí por diferentes caminos. En términos computacionales, una red de datos es un conjunto de computadoras que se encuentran comunicadas entre sí, de tal manera que puedan intercambiar información entre ellas. Una red permite compartir todos aquellos dispositivos periféricos (discos duros, impresoras, scanners etc.) que pueda tener conectados cualquiera de las computadoras que la integran. La forma de comunicarse y la ubicación de las computadoras es lo que origina las variaciones en las redes. Las redes pueden clasificarse por su extensión y por su forma lógica.

Las primeras grandes redes de datos surgieron en 1974 y fueron de las compañías IBM, Honeywell y Digital Equipment Corporation (DEC), quienes crearon su propio modelo o estándar de cómo las computadoras debían conectarse. Estos estándares describían los mecanismos necesarios para mover datos de una computadora a otra. Sin embargo, no eran totalmente compatibles con otras redes. Por ejemplo, las redes que se adherían al SNA (Systems Network Architecture) de IBM no podían comunicarse directamente con las redes usando el DNA (Digital Network Architecture) de DEC.

En años posteriores, organizaciones de estándares, incluyendo la Organización Internacional de Estandarización (ISO) y el Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónica (IEEE), desarrollaron modelos que llegaron a ser globalmente reconocidos y aceptados como estándares para el diseño de cualquier red de computadoras. Ambos modelos describen la red en términos de capas funcionales. En 1984, la ISO desarrolló un modelo llamado: OSI (Open Systems Interconection, Interconexión de Sistemas Abiertos), el cual es usado para describir el uso de datos entre la conexión física de la red y la aplicación del usuario final. Este modelo es más conocido y usado para describir los entornos de red.

Fig. 1.1 Esquema de las capas del modelo de referencia OSI

Como se muestra en la figura 1.1, las capas del modelo OSI están enumeradas de abajo hacia arriba. Las funciones más básicas, como el poner los bits de datos en el cable de la red, están en la parte de abajo, mientras las funciones que atienden los detalles de las aplicaciones del usuario están arriba (cfr. García; opcit: 251).

Debido a la proliferación de Redes de Área Local (LAN) muchos productos aparecieron, y con ello la necesidad de una consistencia, entonces la IEEE empezó a definir estándares de red. El proyecto fue llamado 802, por el año y el mes en que empezó: febrero de 1980. De este proyecto resultaron numerosos comités, encargados de realizar tareas específicas. La tabla 1.1 nos muestra todos los comités de la IEEE y su función (ídem:47).

Comité	Descripción
802.1	**Interfaz de alto nivel**
802.2	**Control de Enlace lógico**
802.3	**Redes CSMA/CD**
802.4	**Redes de Paso de Testigo en Ducto**
802.5	**Redes de Paso en Testigo de Anillo**
802.6	**Redes Metropolitanas**
802.7	**Grupo Consejero de Técnicas de Banda Amplia**
802.8	**Grupo Consejero de Técnicas de Fibra Optica**
802.9	**Redes de Datos y Voz Integrados**
802.10	**Seguridad en la interoperabilidad de RLD´s**
802.11	**RLD´s inalámbricas**

Tabla 1.1 Comités del proyecto 802 de la IEEE
Fuente: CICESE.

Por su extensión geográfica encontramos diferentes tipos de redes: LAN, MAN y WAN.

Según García (1997), LAN (Red de Área Local) puede definirse como “un sistema de comunicaciones que proporciona interconexión a una variedad de dispositivos en un área restringida (edificio, campus, recinto...) y que no utiliza medios de telecomunicación externos”. (p.11) La idea principal que define una red LAN de otras, es la utilización de medios privados de comunicación dentro de un edificio. Actualmente las redes LAN puede llegar

operar hasta velocidades de 150 Mbps, y estar conectadas a una red de Área Extensa o de Área Metropolitana que opere a la misma velocidad (cfr. García:11).

MAN (Red de Área Metropolitana).- Es una red de alta velocidad (banda ancha) la cual cubre un área geográfica extensa, proporciona también la capacidad de integración de múltiples servicios mediante la transmisión de datos, voz y video, sobre los principales medios de transmisión como fibra óptica y par trenzado de cobre, los cuales pueden transmitir velocidades entre 2 y 155 Mbps. Este concepto de red representa una evolución del concepto de la red de área local a un ámbito más amplio, alcanzando áreas de cobertura en kilómetros y que en algunos casos llega a nacional.

WAN (Red de Área Extensa).- Es una red global que se extiende sobrepasando las fronteras de las ciudades, pueblos o naciones. Los enlaces se realizan con instalaciones de telecomunicaciones públicas y privadas, además por microondas y satélites. Estas redes alcanzan velocidades hasta de Gigabits (mil millones de bits) (ídem: 9).

1.3 Internet

De acuerdo con García (1997), Internet es entonces una red de tipo WAN (p.265). Pero también debemos decir que es la red más grande de todo el mundo, la cual está formada desde simples computadoras hasta enormes centros de cómputo que en su totalidad forman millones.

De la forma en que se habla de Internet, parece que es algo nuevo, pero existe desde hace más de 30 años. Cuando en 1968, temiendo que la guerra fría derivaría un ataque nuclear, el Departamento de la Defensa de los Estados Unidos a través de la Agencia para Proyectos de Investigación Avanzada (ARPA), comenzó a buscar la manera de construir una infraestructura de redes de cómputo, capaz de soportar la pérdida de una de sus partes sin que afectara a las demás, y creó una red experimental de comunicación de paquetes utilizando las líneas telefónicas. De este conjunto inicial de redes nació ARPAnet, que fue el primer antecedente de Internet. ARPAnet permitió a científicos, investigadores y personal militar ubicados en diversos puntos, comunicarse entre sí, utilizando correo electrónico o a través de conversaciones interactivas de computadora a computadora, y muy pronto por esta red no circulaba sólo información científica sino de todo tipo, lo que despertó el interés en 1970, de cuatro universidades: Stanford, UCLA, UCSB, y la Universidad de UTAH, para conectarse.

En 1973, DARPA planteó un proyecto para conectar redes de diferentes tecnologías, llamado Proyecto Internetting, del cual se deriva el nombre de Internet y de donde nacieron los protocolos TCP/IP. En 1983, se adoptó dicho proyecto como estándar en ARPAnet y así se considera como el conjunto de protocolos abiertos, no específicos de un solo fabricante, convirtiéndose en un estándar de *facto* soportado por la mayoría de los fabricantes en los sistemas operativos más extendidos. Gracias a este protocolo, los usuarios pueden tener servicios de comunicación universales como: transferencia de archivos, terminal virtual, correo electrónico, administración de sistemas y manejo de ventanas.

El sistema de comunicación de Internet está formado por múltiples redes de paquetes interconectadas entre sí a través de elementos denominados gateways (encaminador). Las direcciones de Internet son las direcciones que utiliza el protocolo IP para identificar de forma única un nodo o host (computadora). Cada host en la Internet tiene asignada una dirección, la dirección IP, que consta de dos partes: Dirección de red y Dirección de host.

Pero aunque es posible definir a Internet como una gran red o red de redes, dejarlo así es quedarse corto. Su verdadera importancia radica en que es un medio de comunicación que nos permite observar al mundo y participar desde un ángulo diferente del que nos ofrecen los medios tradicionales, con Internet nosotros podemos comunicarnos a diversas partes del mundo, tener acceso a miles de bases de datos con información sobre diversos temas, obtener demostraciones de los juegos más recientes, comprar artículos de todo tipo, conocer gente de diversos países y culturas, leer interesantes artículos en publicaciones electrónicas, tener acceso a miles de programas de computación, dar a conocer nuestro negocio al mundo, realizar pagos bancarios y tener clases a distancia. Cabe mencionar que esta red de redes no es de nadie. Actualmente se está intentando regular las conductas delictivas referentes a la "red", pero es imposible limitar sus contenidos ya que está presente en todo el planeta y muchos de esos contenidos no están prohibidos en otros países.

La evolución de esta red de redes en la década de los 90 ha sido espectacular; se alcanzaban los cuatro millones de servidores con una estimación de más de 40 millones de usuarios. También aparecen los servicios avanzados de Internet. La Universidad de Minessota introduce Gopher y Thinking Machines lanza el WAIS, Wide Area Information Service. El WWW aparece en 1992 por el CERN, posteriormente apareció el FTP (Protocolo de Transferencia de Archivos), el E-mail (correo electrónico) y el núcleo de NFSNet aumentó su velocidad de transferencia utilizando un enlace llamado T3 capaz de transmitir a una velocidad de 44 Mbps (cfr.García:417).

Estudios más recientes revelaron que en el mes de abril del 2001 3.3 millones de personas usaron activamente Internet en nuestro país, y estuvieron conectados aproximadamente 8 horas. Los sitios más visitados dominaron las compañías americanas: MSN, Yahoo! y AOL Time Warner, y StarMedia como la única latinoamericana entre las cinco primeras (Franco:2001).

1.4 ¿Qué es Internet2?

La University Corporation for Advanced Internet Development (UCAID) en su página Web define a Internet2 como una red de alta velocidad, en la cual se pretende que con las nuevas tecnologías se desarrollen aplicaciones avanzadas en los ámbitos de la educación e investigación para las universidades, instituciones públicas y privadas y los centros de investigación.

¿Por qué nace Internet2?, para empezar diremos que surge de una iniciativa estadounidense con el fin de resolver los problemas que se tienen con el Internet tradicional: lentitud, conexiones fallidas y cortadas, información inservible, falta de seguridad en las transacciones, problemas de calidad de servicio, etc. Cabe mencionar que no tiene como objetivo sustituir al Internet tradicional, su *misión* es: facilitar y coordinar el desarrollo, despliegue, funcionamiento y transferencia de tecnología de servicios y aplicaciones de red avanzadas con el fin de ampliar el liderazgo de los Estados Unidos de América en el campo de la Investigación y de la educación superior, y acelerar la disponibilidad de nuevos servicios y aplicaciones en Internet.

La velocidad de transmisión de la información que proporciona esta nueva red es entre 200 y 1000 veces más rápida que el Internet tradicional

(de 155 Mbps a 2.4 Gbps), lo cual posibilita la creación de nuevas aplicaciones y cambia la forma en que las personas trabajan con las computadoras. Inicialmente esta red de alta velocidad hace uso de las redes nacionales norteamericanas como la vBNS National Science Foundation (very high speed Backbone Network Service), y posteriormente cambia a una red llamada Abilene para enlazarse localmente y con otros países.

Los miembros o socios no son personas físicas, sino instituciones educativas (Universidades, Tecnológicos), gubernamentales, públicas y privadas, que son aprobadas por un comité y que cuentan con la tecnología suficiente para soportar las nuevas aplicaciones que se pretende realizar.

Las principales ventajas de esta nueva red sobre el Internet tradicional son:

- Mayor ancho de banda.- Tiene mayor velocidad de transmisión de datos, donde la velocidad mínima se estima que sea 622 Mbps (622 millones de bits por segundo) y lo máximo oscile entre los Gigabits (mil millones de bits por segundo).

- Calidad en el servicio.- Tiene prioridades para el trato de la información de manera que se logre un flujo de datos continuo para que puedan apreciarse con mayor calidad las imágenes, el video y el audio.

- Transmisión multipunto.- Trata de evitar el congestionamiento de información, es decir, cuando un paquete se manda en repetidas veces a varios usuarios provoca congestionamiento; para solucionar esto se está estableciendo el uso de tecnología “multicasting”, donde los datos son enviados una sola vez, evitando el tráfico en la red.

- Retardo reducido o Low Latency.- Gracias a la calidad del servicio que se pretende aplicar, el retardo de información será de milisegundos, lo cual no será notado por el

usuario. Este retardo reducido permitirá que se desarrollen aplicaciones de control y manipulación remota muy sensibles a cualquier retraso en la transmisión de órdenes o datos.

- Seguridad y Privacidad.- En esta red se desarrollan mecanismos que garanticen plenamente que la fuente de origen de los datos sea auténtica y confiable, de tal modo que se pueda asegurar la integridad y confidencialidad de los mismos (cfr. UCAID: 1997-2001).

1.5 Nacimiento en los Estados Unidos

Internet2 (I2) tuvo su origen en los Estados Unidos en octubre de 1996, y surgió en las principales universidades las cuales crearon la UCAID como organismo encargado de coordinar la creación de herramientas y aplicaciones avanzadas en los ámbitos universitarios y científicos.

Contó con el apoyo de instituciones como la NCSA (Centro Nacional de Aplicaciones de Supercómputo) y la colaboración de empresas privadas; también con una numerosa participación de casi 180 universidades en su inicio. Estas instituciones reciben fondos del gobierno para costear la creación y mantenimiento de redes de comunicación avanzada como la red Abilene de la UCAID, o El Servicio Dorsal de Redes de Alta Velocidad (vBNS, Very High Backbone Network Service), desarrollado por la NSF (National Sience Fundation) y la red MCI/Worldcom.

También cuenta con universidades e instituciones extranjeras: CANARIE (Canadian Network for Advancer Research Industria and Education) de Canadá, el CUDI (Corporación Universitaria para el Desarrollo de Internet) (cfr. UCAID: 1997-2001).

Estados Unidos es el principal motor, y es el país que más ha impulsado esta nueva red. Sus socios están clasificados en diferentes ramas y cada clasificación cumple con objetivos y tareas especificas. A continuación se enlistan las diferentes ramas de I2 y el número de afiliados que la integran. Para ver la lista de los miembros en las diferentes clasificaciones consultar el Anexo 1.

- Las universidades que forman parte de I2 son 180.
- Los Socios Corporativos son 17.
- Los Socios Patrocinadores son 12.
- Los Miembros Corporativos son 47.
- Los Miembros Afiliados son 39.

Según la representante de la UCAID, Heather Boyles, el Backbone (red principal) de I2 en los Estados Unidos, se encuentra distribuido entre las ciudades: Houston, Atlanta, Washington, New York, Cleveland, Indianapolis, Seattle, Denver, Kansas City, Sacramento y Los Angeles. Ver figura 1.2

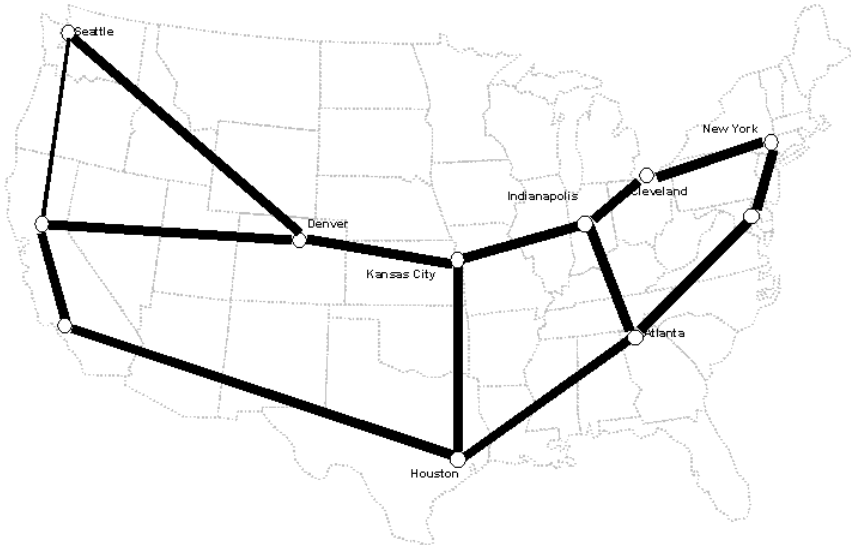


Fig. 1.2 Distribución de la red Internet2 en Estados Unidos
Fuente: Boyles.

Internet2 en los Estados Unidos cuenta con 185 participantes en 48 estados incluyendo la cuidad capital, entre sus socios más fuertes se encuentran empresas como: Cisco, Nortel, Qwest, Indiana University, ITECs entre otros.

Heather también menciona que los esfuerzos actuales de Estados Unidos están encaminados al desarrollo de nuevas aplicaciones, lograr un desempeño optimo en toda la red, crear la red del futuro de acuerdo a sus ideales, realizar actividades con sus miembros, tener mayor cobertura de acceso en su país, mejorar la organización y crear una cultura en el uso de esta nueva red (Boyles:2001).

1.6 Internet2 en otros países

En otras partes del mundo existen corporaciones similares unidas a este proyecto, tal es el caso de la Corporación Europa - Medio Oriente, con su red DANTE, y la región Asia-Pacifico con su red APAN.

La red DANTE lanzada en 1993, es la piedra angular de la historia de la investigación de redes en Europa. DANTE es una red internacional de tecnología avanzada que sirve a la comunidad de investigación Europea, los servicios que presta la red DANTE, complementan los provistos por las Redes Nacionales de Investigación Europeas (NRNs). DANTE es una red muy importante para Europa, ya que enfoca sus esfuerzos hacia el establecimiento de una red de cómputo con una alta calidad de infraestructura para los investigadores europeos.

Europa presenta un gran adelanto en cuanto a la interrelación de sus redes, tal es el caso de la Nueva Generación de Redes para la Investigación Europea TEN-155, ver figura 1.3

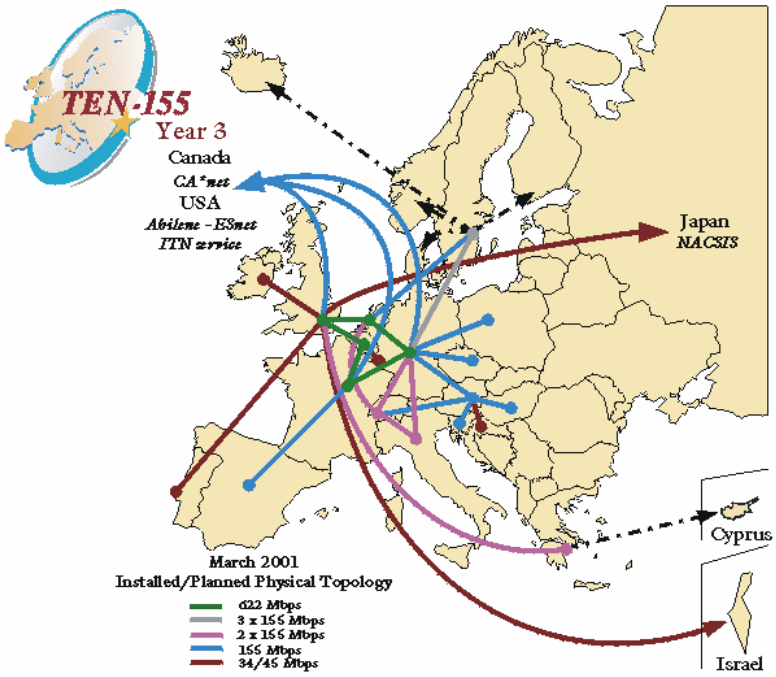


Fig. 1.3 La red europea más importante TEN-155
Fuente: DANTE

Esta red de alta velocidad conecta 16 redes de investigación nacionales y una regional. TEN-155 reemplaza la exitosa red TEN-34 cuando se hizo operacional el 11 de diciembre de 1998, y desde esta fecha han surgido otras organizaciones para la Implementación de redes de alta velocidad como la TERENA y UKERNA

La puesta en marcha el programa IRIS para la interconexión de los Recursos Informáticos de las universidades y centros de investigación fue en España en 1998. Tres años después, IRIS se transformó en lo que actualmente es la RedIRIS: la Red Académica y de Investigación Nacional. La RedIRIS asumirá la responsabilidad de la provisión de los servicios de red requeridos y del mantenimiento y evolución futura de la infraestructura que actualmente existe. Esta red cuenta con unas 250 instituciones afiliadas, principalmente universidades y organismos públicos de investigación.

En Holanda se fundó la organización Stichting SURF, la cual está soportada por la SURFnet, que es una red avanzada de alta velocidad y cuyos miembros son todas las instituciones de investigación y de educación de los países bajos. SURFnet se conecta a la red de universidades, colegios, centros de investigación, hospitales académicos y bibliotecas científicas con cada una de las otras redes en Europa y el resto del mundo (cfr. DANTE:2001).

Por otro lado hablar de la región Asia-Pacífico en redes, es hablar del consorcio APAN. Este consorcio es un intento de red de alto desempeño, para la investigación y desarrollo en aplicaciones y servicios avanzados que enlaza a varios de los países de la región Asia-Pacífico. Los países participantes en este consorcio son Australia, Corea, Japón, Malasia, Singapur.

El consorcio japonés para la investigación de Internet avanzada esta integrado por las instituciones Wide Proyect, Japan Gigabit Network, Genesis, Imnet, Cyber Kansai Proyect, CRLnet, ETL.

En China se planteó la primera red nacional de Educación e Investigación en 1993, llamada CERNET. El principal objetivo de CERNET es establecer una infraestructura de red para la investigación y educación con cobertura nacional que soporte educación e investigación entre las universidades, institutos y escuelas de China, usando las últimas tecnologías en telecomunicaciones y cómputo (cfr. APAN:2001).

1.7 Internet2 en México

Según el CUDI (Corporación Universitaria para el Desarrollo de Internet), en México a partir de la iniciativa de siete universidades interesadas en trabajar en proyectos de investigación conjuntos (tanto a nivel nacional, como internacional), surge la necesidad de integrar y dar coherencia a los esfuerzos que venían realizando cada una de ellas por medio de un organismo que tuviera personalidad jurídica semejante a la de los organismos internacionales dedicados a coordinar los trabajos de Internet2 a nivel internacional.

Es por eso que el gobierno mexicano, la comunidad universitaria y la sociedad en general, toman la iniciativa y el compromiso del desarrollo de una red de alta velocidad para poder unirse a Internet2, con en fin de que las universidades y los centros de investigación cuenten con una red de telecomunicaciones avanzada que pueda permitir aplicaciones científicas y educativas de alta tecnología a nivel mundial, y así se pueda crear una nueva generación de investigadores y de colaboradores entre las universidades de nuestro país.

El 8 de abril de 1999, con la presencia del presidente de la República, el Dr. Ernesto Zedillo Ponce de León y otras personalidades se oficializó la creación del CUDI como una Asociación Civil, cuya misión es promover y coordinar el desarrollo de redes de telecomunicaciones y cómputo, enfocadas al desarrollo científico y educativo de México. Para poder realizar la red de alta velocidad, el 20 de mayo de 1999 se firmó un convenio con Telmex (Teléfonos de México), quien participa ahora como Asociado Institucional.

Para el cumplimiento de esta misión el CUDI tiene los siguientes objetivos:

- Promover la creación de una red de telecomunicaciones con capacidad avanzada.

- Fomentar y coordinar proyectos de investigación para el desarrollo de aplicaciones de tecnología avanzada de redes.
- Promover el desarrollo de acciones encaminadas a la formación de recursos humanos capacitados en el uso de aplicaciones educativas.
- Promover la interconexión e interoperabilidad de las redes de los Asociados Académicos y de los afiliados.
- Promover el desarrollo de nuevas aplicaciones.
- Difundir entre sus miembros los desarrollos que realice.

Siguiendo con algo de historia, el 20 de mayo de 1999, en la ciudad de San Diego California, los representantes del CUDI firmaron dos importantes memorándums de entendimiento con tres de las más importantes corporaciones universitarias que promueven y coordinan la disponibilidad de redes avanzadas para aplicaciones de investigación y educación en la Unión Americana; estas corporaciones son UCAID (University Corporation for Advanced Internet Development), CENIC (Corporation for Education Network Initiatives in California) y CANARIE (Canadian Network for Advancer Research Industrie and Education).

La estructura organizacional 2001 del CUDI es:

Consejo Directivo

Presidente: Ing. Iván O. Martínez Moriel

Universidad Autónoma de Tamaulipas (UAT)

Comité de Membresías

Presidente: M.C. Jorge Enrique Preciado Velasco

Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada (CICESE)

Comité de Aplicaciones y Asignación de Recursos

Presidente: Dr. Héctor Gómez Hernández

Universidad de Guadalajara (UDG)

Comité de Desarrollo de la Red

Presidente: Ing. Gabriela Medina Galindo

Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM)

Administración CUDI

Presidente: Lic. Carlos Casasús López Hermosa

ccasasus@cudi.edu.mx

Los miembros de esta corporación se dividen en: Asociados Académicos, Asociados Institucionales y Afiliados.

Los *Asociados Académicos*, pueden ser las Universidades, Institutos de Educación superior e Investigación, que estén comprometidos con el desarrollo, evolución y utilización de aplicaciones de tecnología avanzada de redes de telecomunicaciones y de cómputo.

Los *Asociados Institucionales*, son las personas morales establecidas conforme a las leyes del país que estén comprometidas con el desarrollo, evolución y de tecnología avanzada de redes de telecomunicaciones y cómputo.

Los Afiliados son las universidades, institutos de investigación superior del país, personas morales del sector privado que aún cuando no cuente con un nodo de computación de alta capacidad de transmisión digital de datos, estén comprometidas con el desarrollo, evolución y utilización de aplicaciones educativas de tecnología avanzada de telecomunicaciones y computo. Para ver la lista de las instituciones que forman parte del CUDI consultar el anexo 2 (CUDI:2001).

A continuación se presentan dos tablas con el fin de mostrar el total de miembros afiliados a Internet2 en México y las cuotas que deben cubrir.

	1999	2000		2001	Variación
	Abril	Abril	Nov.	Marzo	%
Asociados académicos	7	10	13	13	30
Asociados institucionales	1	5	5	5	0
Afiliados	11	9(1)	11	19	89
Total	19	24	29	35	46

Tabla 1.2 Comportamiento de membresías
Fuente: Delgado.

ASOCIADO	CONCEPTO	AUTORIZADOS	ENE-MARS	ABR-JUNS	JUL-SEPS	OCT-DICS
ACADÉMICO	INSCRIPCIÓN	216,000.00	192,000.00	200,000.00	208,000.00	216,000.00
	ANUALIDAD	378,000.00	336,000.00	3350,000.00	364,000.00	378,000.00
NSTITUCIONAL	ANUALIDAD	216,000.00	192,000.00	200,000.00	208,000.00	216,000.00
AFILIADO	INSCRIPCIÓN	54,000.00	48,000.00	50,000.00	52,000.00	54,000.00
	ANUALIDAD	54,000.00	48,000.00	50,000.00	52,000.00	54,000.00

Tabla 1.3 Cuotas autorizadas por el CUDI para el año 2001.
Fuente: CUDI.

2.1 Introducción

Debido a los constantes cambios sociales, políticos y económicos de los años recientes, la tecnología se convierte en una pieza importante para el desarrollo educativo de las universidades. Pero en ocasiones, es víctima de su propio éxito, como lo vemos en Internet, en donde se ha convertido en un canal de comunicación lento para la ejecución de aplicaciones multimedia y videoconferencia. Es tanta la demanda de usuarios que en ocasiones no es posible accesar o bajar información. Como Internet no esta regulado por ningún organismo la información que contiene no está organizada, lo que en ocasiones no es atractivo para las escuelas e instituciones.

Ahora, gracias a los avances en telecomunicaciones surge Internet2 (I2), que es una red entre 200 y 1000 veces más rápida que el Internet tradicional ya que emplea enlaces de alta velocidad (E1, E2, OC3, OC48 etc.) para la transmisión de la información permitiendo la ejecución de aplicaciones avanzadas en beneficio de la educación, investigación y colaboración entre universidades e instituciones públicas y privadas. ¿Pero qué implica desarrollar I2?, implica crear y proponer nuevos equipos de telecomunicación, nuevos medios para los enlaces digitales, mayor velocidad de procesamiento de la información, creación e implementación de nuevos protocolos de comunicación, y el compromiso de la sociedad para trabajar de manera conjunta en beneficio de la humanidad.

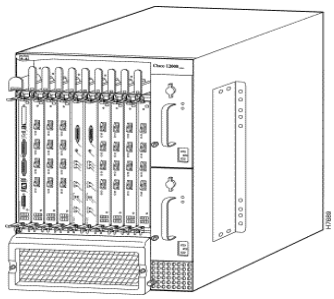
En este capítulo describiremos y analizaremos la tecnología empleada en I2, así como los diferentes tipos de enlaces de alta velocidad y las aplicaciones que podemos ejecutar. Cabe mencionar que la tecnología que aquí se expone no es la completa debido a su diversidad, pero sí, la de mayor importancia de acuerdo a los miembros de I2.

2.2 Equipos de acceso

La selección del hardware (equipo) y del enlace físico son aspectos importantes para cualquier red de datos, ya que de esto depende su capacidad, funcionamiento y rapidez. Las redes LAN, MAN y WAN emplean equipos llamados routers, switches, switch-router, repetidores, tranceivers, empleando como medio físico la fibra óptica para los enlaces de alta velocidad con el fin de unir redes locales con externas. Hoy en día ésta tecnología se

han convertido en una pieza importante dentro de la nueva generación de Internet.

Según Boyles (2001) Para el backbone de Internet2 en los Estados Unidos se utiliza el dispositivo de la nueva generación de routers llamado Gigabit Switch Router (GSR) de la empresa CISCO, el cual cuenta con 8 slot para tarjetas que soportan entre otras cosas enlaces de alta velocidad, manejo de paquetes IP y la capacidad de transmitir entre 10 y 40 Gbps. Las características más importantes de este equipo son: ancho de banda escalable (soporta velocidades hasta 60 Gbps), alto desempeño en procesamiento (sobre los paquetes IP y en



redes WAN), contiene calidad de servicio (QoS), está diseñado también para redes ATM con soporte a SONET o SDH. En la figura 2.1 se puede ver el equipo GSR.

Fig. 2.1 Gigabit Switch Router 12008

Fuente: CISCO.

Otras características de este equipo es que contiene un microprocesador llamado IDT R-5000 capaz de ejecutar las operaciones a 100 Mhz, contiene memoria DRAM (256 M), SDRAM (512 K), y ROM (512 K), también un

display para notificar el buen funcionamiento y estado actual del equipo, su capacidad de ruteo le permite manejar protocolos como: TCP/IP, Ipv4, Ipv6, BGP, MPLS, DWDM, GRP, IGRP y SNMP entre otros (cfr; Boyles:2001). De acuerdo a la empresa Cabletron, otro equipo que es utilizado para I2 es Smart Switch Router (SSR) de la empresa Enterasys. El SSR en sus diferentes modelos (2000, 6000, 6500, 8000, 8600) está diseñado para manejar el tráfico que se genera en el Backbone de las redes LAN, MAN y WAN, también permite enlaces de alta velocidad e intercambio de información con otras redes heterogéneas como ATM, Frame Relay, G-Ethernet etc. Las principales características de este equipo son: que cuenta con tecnología modular (contiene diferentes tarjetas para los diferentes servicios o enlaces), está diseñado con tecnología Hopswap (adición o restitución de tarjetas con el equipo encendido), puede rutear los protocolos comúnmente usados por la mayoría de los equipos de telecomunicaciones, contiene puertos Ethernet de diferentes velocidades, contiene también puertos seriales para los enlaces WAN, puede implementar QoS, también Multicast y cuenta con poder de energía redundante, ver figura 2.2 (cfr; Enterasys:2001).

Fig. 2.2 Smart Switch Router (SSR)

Fuente: Enterasys.

EL GSR y el SSR son equipos ideales para la nueva generación de redes de alta velocidad. Siendo el ancho de banda uno de los principales problemas de todas las redes, estos equipos permiten administrarlo y optimizarlo, tienen como característica principal la modulación y la posibilidad de manejar paquetes de datos en diferentes redes. Estos equipos mencionados no son los únicos para I2, ya que recibe apoyos de una gran variedad de fabricantes y productos como el de la empresa 3COM (Switch CoreBuilder 9000 para tecnología ATM y Gigabit Ethernet), la empresa Cabletron (Smart Switch), la empresa RAD (descanalizadores FCD con sus variantes), CISCO System (ruteadores) y la empresa Anritsu (Switches MultiFlow 5000). A continuación se presentan otros equipos utilizados en I2 por Estados Unidos, México y otros países.

De la empresa Marconi, se utiliza el equipo "MAS Micro Wallmount Unit (WMU)" es un equipo que permite enlaces de alto rendimiento que soporta velocidades de DS-1, DS-3, OC3c, ATM OC-3c entre otras. Este equipo esta disponible en varias versiones de acuerdo a la exigencia del cliente. Entre sus características podemos mencionar que puede ser adaptado a redes ATM, SONET/SDH y Frame Relay, su arquitectura modular le permite contar con varios servicios en un solo equipo, ver figura 2.3

Fig. 2.3 MAS Micro Wallmount Unit (WMU).

De la empresa Nortel Networks, el Backbone Concentrator Node (BCN) es el equipo ideal para administrar y controlar cualquier Backbone de alta velocidad. Este equipo soporta hasta 52 puertos para conexiones LAN, 104 para enlaces WAN y 13 para conexiones ATM o FDDI. Las características que lo hacen un producto ideal para I2 son: manejo de compresión de datos, multicast y calidad de servicio entre otras, ver figura 2.4

Fig. 2.4 Backbone Concentrator Node (BCN).

Las mayor parte de las universidades de México que están conectadas a Internet2, utilizan equipos de Enterasys y CISCO, similares a los modelos que aquí se presentaron.

2.3 Requerimientos en telecomunicaciones para I2 en EE.UU.

En los años ochenta tuvo lugar el despunte de la informática personal, propiciando el desarrollo de los sistemas distribuidos, en donde la capacidad de proceso se distribuyen en la red, propiciando la demanda de mayor ancho de banda. En la actualidad la evolución de los servicios apunta hacia entornos multimedia, que integran las tres formas básicas de presentación de la información: datos, audio e imagen estática y animada. Es por eso que la solución de redes de banda ancha es la ideal para soportar el tráfico de las aplicaciones avanzadas de Internet2

Según García (1997), afortunadamente la digitalización y la introducción de la fibra óptica han incrementado la capacidad y la calidad de las redes. Las redes de cables tradicionales transportaban pocos Mbps con tasas de errores, BER, *Basic Error Rate,* del orden de 10-6. Las redes de fibra pueden alcanzar varios Gbps con tasas de errores de 10-2 a 10-4. Estas características permiten una reconsideración de las arquitecturas de las redes de banda ancha para que sean más simples y permitan una mayor capacidad y QoS, para facilitar la integración de los tráficos de datos, audio e imagen estática y animada.

> De acuerdo la revista *British Journal Nature,* en su articulo "Limites de la fibra óptica", comenta que "teóricamente es posible enviar 100 terabits de información por segundo, el equivalente a cerca de 20 millones de correos electrónicos de una página, por hilo de fibra óptica" (cfr; Agencia Sayrolsnet:2001).

Entre las características de las redes de banda ancha encontramos: mayor capacidad de transmisión de datos desde 100 Mbps hasta los Tbps, arquitectura de conmutación digital, puede funcionar con tráfico integrado de datos/audio/vídeo, abarcan grandes distancias, pueden compartir el medio físico de transmisión, se pueden adaptar a redes ya existentes, utilizan arquitecturas de conmutación rápida de paquetes (tramas) y también de retransmisión de células (Cell Relay). Las principales redes banda ancha que se utilizan en el mercado son: ATM, Fast-Ethernet, G-Ethernet, SONET, ISDN y FRAME RELAY (cfr. García; opcit:557).

Gigapops

Un aspecto importante para el funcionamiento de las redes de banda ancha en I2 son los Gigapops. Según la UCAID, un Gigapop es un punto de presencia con capacidad de Gigabit (mil millones de bit) que provee de acceso a algunos miembros de I2. Desde el punto de vista físico, es un lugar seguro y acondicionado ambientalmente para albergar un conjunto de equipos de comunicaciones y hardware de soporte. Los gigapops no darán servicio a usuarios finales, ni tampoco darán servicio de tránsito a redes comerciales, la función clave de un gigapop es el intercambio del tráfico de I2 con un ancho de banda

específico y otros atributos como calidad de servicio. Se prevee que cada gigapop podrá dar servicio entre cinco y diez miembros. En la práctica, se espera que los gigapops se dividan en dos grupos principales:

Los gigapops de tipo 1.- que son relativamente simples, dan servicio sólo a los miembros de I2, encaminan su tráfico a través de una o más conexiones con otros gigapops y, por consiguiente, tiene poca necesidad de encaminamiento interno o de utilizar firewalls. Los gigapops de tipo 2.- que son relativamente complejos, dan servicio tanto a miembros de I2 como a otras redes con las cuales los miembros de I2 necesitan comunicarse, tienen un variado conjunto de conexiones con otros gigapops y, por lo tanto, proveen mecanismos para encaminar el tráfico correctamente y prevenir un uso no autorizado o impropio de la conectividad.

Las conexiones externas de los Gigapop son circuitos directos SONET sobre conmutación ATM. Los elementos de conmutación ATM sirven para multiplexar el nivel de ancho de banda del enlace a través de circuitos permanentes o virtuales (PVCs o SVCs). De esta forma, la conectividad de los intra e inter-gigapop se puede optimizar y asignar un ancho de banda para pruebas o para otros requisitos especiales.

Dado que el servicio común portador de I2 es el protocolo IP, es evidente que cualquier dispositivo de un gigapop proporciona soporte IP. Actualmente el estándar es IPv4, pero se pretende emigrar a IPv6, también se espera que estén los protocolos TCP/IP, IGMP y RSVP para cuando sean requeridos (cfr; UCAID:2001).

Boyles afirma que el GSR 12008 es instalado en los Gigapops de I2, con el objetivo de controlar el tráfico que corre por el Backbone de I2 en los Estados Unidos, este Backbone esta montado sobre la red Abilene, diseñada para correr aplicaciones avanzadas de multimedia, también para ofrecer calidad de servicio (QoS) y permitir procesos de investigación que demanden el tráfico de información. Gracias a la cobertura geográfica de Abilene, México y Canadá pueden tener conexión a Internet2. Abilene ha evolucionado desde 1998 y ha tenido enlaces desde OC3 y OC12c hasta OC48, que son nomenclaturas para expresar velocidades de 155.52 Mbps, 622Mbps y 2.5 Gbps respectivamente. Esta red ha emigrado desde la tecnología ATM y Frame Relay, hasta llegar a ATM sobre SONET o SDH. En la figura 2.5 se muestra la estructura de la red, los Gigapops y las instituciones que forman I2 en los Estados Unidos.

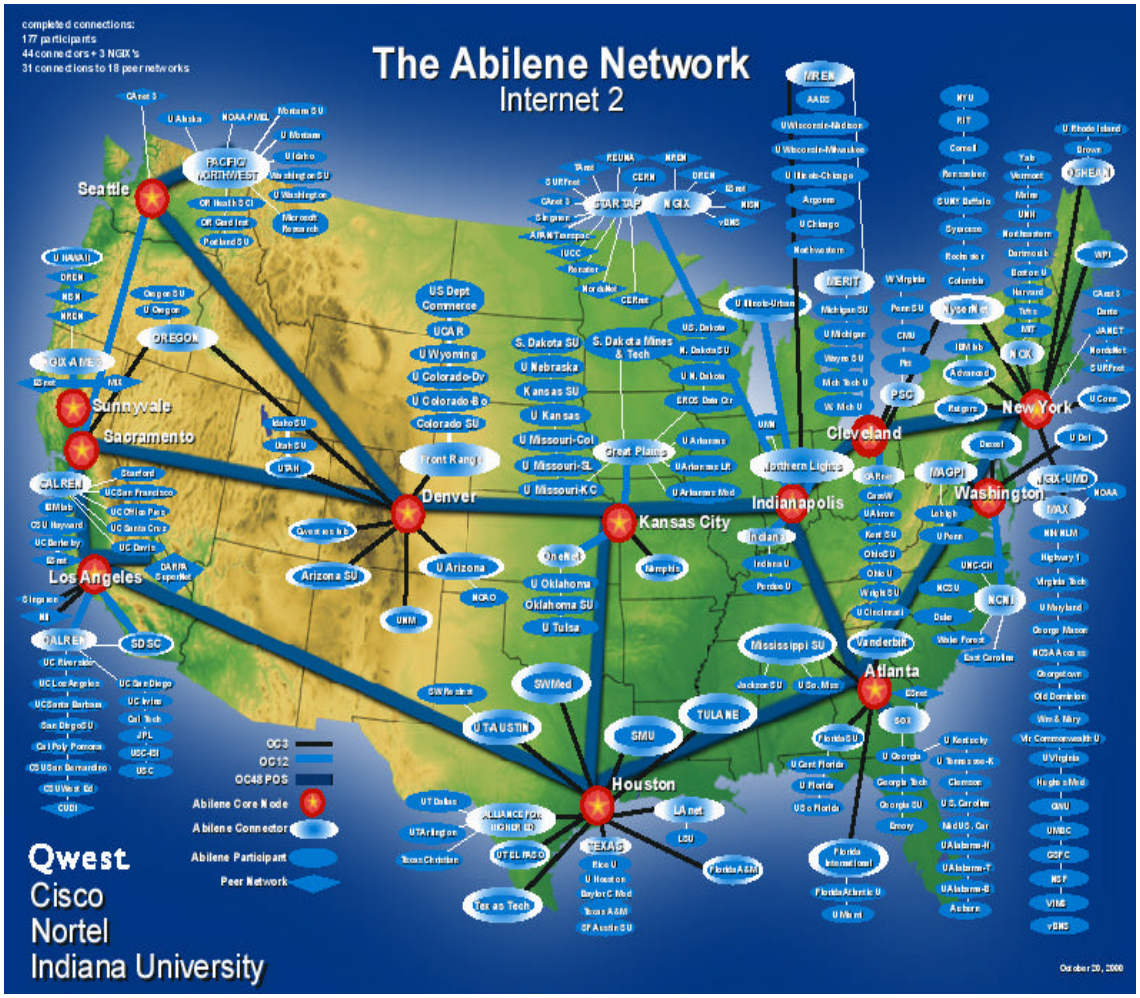


Fig. 2.5 Enlaces del Backbone de I2 en los Estados Unidos

Fuente: Boyles.

El costo mensual por el mantenimiento de Abilene oscila entre 430 mil dólares. La empresa de comunicaciones Qwest es la que esta patrocinando con mayor fuerza el proyecto de red de alta velocidad, pero también se encuentran colaborando empresas como: Cisco, Nortel, Indiana, University y ITECs entre otros. Los esfuerzos actuales de este gobierno están encaminados al desarrollo de nuevas aplicaciones avanzadas (multimedia), a lograr un desempeño óptimo en cada extremo de la red, crear la red del futuro con mayor ancho de banda y mejor calidad de servicio, realizar actividades que involucren a sus miembros, lograr que Abilene tenga una mayor cobertura de acceso, mejorar la organización y crear una cultura en el uso de I2 (cfr;Boyles:2001).

En la siguiente tabla se muestran los nombres de los enlaces y las velocidades, que imperan en las redes de banda ancha y que se pueden ser utilizados por Internet2.

Enlace	Velocidad	Medio físico
E1	2.048 Mbps	Fibra óptica
E2	8.448 Mbps	Fibra óptica
E3	34.368 Mbps	Fibra óptica
E4	139.264 Mbps	Fibra óptica
E5	565.148 Mbps	Fibra óptica
OC-1	51.84 Mbps	Fibra óptica
OC-3	155.52 Mbps	Fibra óptica
OC-9	466.560 Mbps	Fibra óptica
OC-12c	622.080 Mbps	Fibra óptica
OC-18	933.120 Mbps	Fibra óptica
OC-24	1.2 Gbps	Fibra óptica
OC-36	1.8 Gbps	Fibra óptica
OC-48c	2.5 Gbps	Fibra óptica
OC-96	4.9 Gbps	Fibra óptica
OC-192	9.9 Gbps	Fibra óptica

Tabla 2.1 Tipos de enlace de alta velocidad
Fuente: SONET/SDH

2.4 Requerimientos en telecomunicaciones para I2 en México

De acuerdo con el CUDI, México no iguala la infraestructura tecnológica en telecomunicaciones que tienen los Estados Unidos, ya que las necesidades y aplicaciones son diferentes. El Backbone de I2 en México patrocinado por Telmex, es un enlace OC3 el cual tiene una capacidad de transmisión de

155.520 Mbps, y se encuentra distribuido entre los miembros de categoría: asociados académicos, ver figura 2.6.

Los Gigapops están ubicados en las ciudades de México, Guadalajara, Monterrey y Tijuana, proporcionan un enlace E3 (34.368 Mbps) a las universidades: UNAM, UdeG, ITESM, UANL, UAT, UAM, IPN, UDLA-P y el CICESE, que a su vez, funcionan como puentes para conectar a las universidades e instituciones: UIA, ITAM, TAMU, IIE, IMT, IMP a una velocidad de un E1 (2.048 Mbps).

Fig. 2.6 Backbone de I2 en México

Fuente: CUDI (01/03/01) Reunión de Primavera 2001.

2.5 Aplicaciones avanzadas en EE.UU.

Las aplicaciones son el software que es realizado los miembros de I2 para que tengan comunicarse de mejor forma, investigar y realizar tareas de manera más rápida. Las aplicaciones llevan consigo un nuevo proceso enseñanza-aprendizaje, cubren las más diversas disciplinas desde las ciencias hasta las humanidades y despiertan el interés por la investigación y colaboración en las instituciones de educación superior. Es un hecho que estas aplicaciones no corren a través del Internet tradicional, ya que requieren de mayor ancho de banda, calidad de servicio y multicast. Las áreas donde las aplicaciones han recibido un mayor impulso son: teleinmersión, laboratorios virtuales, bibliotecas digitales, educación a distancia, middleware, protocolos de comunicación, realidad virtual, seguridad en redes, sistema de información geográfica, supercómputo y telemedicina entre otras.

Podemos agrupar todas estas áreas de aplicaciones en cuatro grupos:
1. Cómputo distribuido.- son aplicaciones que se ejecutan en forma dispersa, requieren de una interfaz gráfica, así como herramientas de asignación de recursos, autorización y autentificación.
2. Cómputo sobre demanda.- consiste en poder acceder remotamente a instrumentos tales como microscopios o aceleradores de partículas.
3. Cómputo intensivo.- son las bases de datos que están disponibles en red y que permiten búsquedas y visualización.
4. Cómputo colaborativo.- es la teleinmersión y compartisión de espacios de trabajo virtuales como: sistemas colaborativos, diagnósticos médicos, para los cuales se requiere de acceso a computadoras o bases de datos en tiempo real.

Un área importante dentro de las aplicaciones la cual requiere ser mencionada en forma apartada es el Middleware, ya que es la capa de software entre la red y las aplicaciones. Su función es de proveer servicios como identificación, autentificación, autorización, archivos y seguridad. El middleware propondrá la estandarización e interoperabilidad para que las aplicaciones dentro de I2 sean mucho más fáciles.

Las aplicaciones actuales que han desarrollado las universidades de los Estados Unidos, las podemos ver en la siguiente tabla.

Aplicación	Universidad
3-D Brain Mapping	Carnegie Mellon University
Advance Digital Video and I2 Digital Video Network	Northwestern University
Advanced Network Services Platform	Carnegie Mellon University
ArtWorld	Boston University Massachusetts College of Art
Asynchronous Learning via American Sign Language	Gallaudet University Georgetown University
Berkeley Internet Broadcasting System	University of California - Berkeley
Biological Tapestries: Viewing the Threads of Life via 4D Telemicroscopy	University of Wisconsin
Biomedical, Pedagogical, Clinical and Research Collaboratorium	California Institute of Technology University of London - Imperial College University of Southern California
Cave5D Collaborative Immersive Visualization of Environmental Data	Old Dominion University University of Chicago University of Wisconsin
Chihuahuan Desert Garden	University of Texas at El Paso
Collaborative Architectural Layout via Immersive Navigation (CALVIN)	
Collaborative Videoconferencing in Medical Education and Consultation	
Course Lectures On-Line and On-Demand From Any Place	University of Minnesota - Twin Cities
Data Space Transfer Protocol (DSTP)	University of Illinois - Chicago
Destinos	Northwestern University
Diabetic Retinopathy Digital Disease Detection and Tracking	University of Oklahoma Health Sciences Center Vanderbilt University
Digital Library Variations Project	Indiana University
Distance Education and Internet2: Services We Need	Dakota State University University of Minnesota - Twin Cities University of Virginia
Distributed Image Spreadsheet	University of Missouri - Columbia

dQUOB: Query-Based Access to Data	Georgia Institute of Technology
Exploring the Earth System on the Second Web	University Corporation for Atmospheric Research
FRIENDS	Delft University of Technology University of Twente
GeoWorlds: Integrated Digital Libraries and Geographic Information Systems for Disaster Relief Operations	University of Southern California Information Sciences Institute
Globally Connected Object Databases	California Institute of Technology
High Performance Computing and Network Scheduling and Monitoring	Cornell University Pennsylvania State University

Tabla 2.2 Aplicaciones avanzadas
Fuente: UCAID.

2.6 Aplicaciones de I2 en México

Las aplicaciones más fuertes que encontramos en México para I2 en este momento es la videoconferencia. Tal es el caso del proyecto NENE, cuyo objetivo es el intercambio de información entre: México, Canadá, Chile y Estados Unidos. Para este proyecto se utiliza como medio físico el backbone de I2 empleando el nuevo protocolo para videoconferencia H323 posibilitando el video y audio sobre redes IP. Los temas tratados en el proyecto NENE son principalmente de experiencias en el empleo de la videoconferencia sobre redes de alta velocidad, así como la manera de explorar y aprender más a cerca de las interacciones a distancia, el trabajo colaborativo y la manera de educar e investigar.

La primer demostración de NENE fue el 23 de enero de 2001, y los participantes por parte de México fueron: la UANL, UDG, CICESE, IPN, UNAM, UAT, UDLAP e ITESM, quienes se interconectaron con una sala de la red universitaria de Chile conocida como REUNA y en la que adicionalmente participaron las universidades de Tennessee en Estados Unidos y la red Canadiense de Internet 2, conocida como Canarie. Durante la reunión se presentaron los avances que han logrado las universidades

mexicanas en el desarrollo de aplicaciones de educación a distancia utilizando las nueva tecnologías que permiten manejar información de datos, audio y video en forma muy eficiente a través de internet2. En este evento además participaron directivos, profesores e investigadores de las 29 universidades que actualmente son miembros de la Corporación Universitaria para el Desarrollo de Internet, la cual coordina el proyecto de Internet2 en México.

Un proyecto más fuerte que el NENE, y que ha avanzado a pasos enormes dentro del CUDI es el de videoconferencia. Actualmente las universidades: UAT, UDG, UNAM, UANL, ITEMS y el CICESE, tiene su red de videoconferencia y todos se conectan a través de un MCU instalado en la UNAM y permite la interacción entre estas universidades en H320 y H323. Las velocidades que llegan a alcanzar estas videoconferencias oscilan entre los 128 y 384 Kbps (una velocidad de transmisión aceptable). Dentro de poco por videoconferencia y gracias al protocolo H323 se podrán tener servicios como telemedicina y teledetección.

Otras aplicaciones se están desarrollando en forma paralela por las diferentes universidades miembros de I2, por ejemplo realidad virtual por el Instituto Tecnológico Autónomo de México, otra aplicación es la robótica virtual desarrollada por el IPN, la medicina Genómica Virtual por la UdeG.

Por su parte el comité de aplicaciones de I2 forma grupos de trabajo donde se proponen diversos temas que pueden ser desarrollados en un futuro no muy lejano, tal es el caso de la biblioteca digital, educación a distancia, telemedicina y colaboratorios.

3.1 Definición

Según Gustavo Quiroga (1996), en su libro *Organización y Métodos de Administración*, un diagnóstico es una investigación de carácter explicativo, el cual aplica los pasos del método científico con la finalidad de resolver problemas concretos y específicos. Los pasos para la elaboración de un diagnóstico son: planteamiento del problema, un procedimiento para determinar las causas del problema, identificar las fuentes para obtener la información sobre los problemas y sus posibles causas y una propuesta de solución. (cfr. Quiroga; opcit:141)

Un diagnóstico es entonces, un instrumento que nos permite analizar de manera metodológica un proceso, una estructura o un hecho en el tiempo y espacio, para que en base a los resultados obtenidos y a nuestros conocimientos podamos emitir un juicio. Un diagnóstico se auxilia de algunas técnicas de recopilación de información como son: la investigación documental, la entrevista, el cuestionario, la observación directa y de pruebas científicas.

3.2 Antecedentes del diagnóstico de Telecomunicaciones e Informática de la región Centro – Occidente de la ANUIES

De acuerdo con la DiGeSeT, la ANUIES (Asociación Nacional de Universidades e Instituciones de Educación Superior), es un organismo creado en 1950, no gubernamental, con el propósito de conjuntar instituciones de educación superior de diversos tipos y con distintas naturaleza jurídica, y en donde todas las universidades buscan avanzar coordinadamente en el desarrollo de la educación superior y mejorar la calidad en sus actividades. En la actualidad un tema prioritario en la agenda de numerosas Instituciones de Educación Superior (IES) es la expansión tecnológica, para lograrlo desarrollan múltiples estrategias y cuantiosas inversiones que redundan en beneficios para las comunidades universitarias, a pesar de que las nuevas tecnologías desafían los más acertados pronósticos por sorprendernos constantemente con inimaginables resultados que requieren nuevamente, más inversiones. De igual manera es creciente la necesidad de desarrollar mecanismos de aprovechamiento máximo de la infraestructura en pro de la educación misma.

El 26 de Febrero de 1999, la Asamblea General de ANUIES región Centro Occidente, aprueba el proyecto " Diagnóstico de Telecomunicaciones e Informática" presentado por la CGSTI y el cual iba a ser ejecutado por la Dirección General de Servicios Telemáticos (DiGeSeT) de la Universidad de Colima. La información que arrojó el diagnóstico fue de suma importancia para la región, ya que se pudo conocer el estado que guardan los sistemas telemáticos de las instituciones de educación superior y se revisaron parámetros básicos como: cantidad de computadoras instaladas en red, crecimiento porcentual anual, calidad, cobertura de las conexiones (internas y externas), y tipos de enlaces de telecomunicaciones estatales, nacionales e internacionales, calidad de su servicio de Internet, accesibilidad y disponibilidad de los recursos telemáticos. Además gracias a la aplicación de este instrumento se respondieron a preguntas como:

- ¿Es suficiente la inversión anual en telecomunicaciones e informática?
- ¿Es adecuada la infraestructura física existente en las IES?
- ¿Cómo funcionan los servicios telemáticos?
- ¿Cómo están organizadas las áreas que administran estos sistemas?
- ¿Se está aplicando tecnología de información adecuada y de vanguardia?
- ¿Los recursos humanos en las IES son suficientes y óptimos?

El proyecto del diagnóstico fue responsabilidad del director de la DiGeSeT el M.C. Raymundo Buenrostro, quien representó a la Universidad de Colima ante las 16 IES de la región Centro Occidente. El costo del proyecto fue de 320 mil pesos, que fueron cubiertos por la ANUIES, las IES y por la Universidad de Colima. A continuación se presentan las partes más importantes que componen el diagnóstico así como los resultados que se obtuvieron y las conclusiones a las que se llegaron en su momento

Para comenzar mencionaremos que el objetivo general del diagnóstico fue "contar con elementos precisos que describan un escenario real de las capacidades de la infraestructura de telecomunicaciones e informática (TI) de las IES de la región, para definir, a través de la cooperación, las acciones y políticas de desarrollo posibles de emprender aprovechando las fortalezas de cada IES e incrementando la calidad de los servicios", de este objetivo general se desprendieron los siguientes objetivos específicos: identificar fuerzas y debilidades de los sistemas de TI (tecnologías de

información), dar a conocer la problemática que existía en los centros de cómputo y poder implementar programas y proyectos que propicien la modernización y mejora de la calidad y cantidad de los servicios telemáticos que se ofrecen. EL diagnóstico consistió en levantar una radiografía de las TI en las 16 IES de la región para lograr un diagnóstico actual y propuestas para las IES. EL proyecto fue dividido en dos etapas, la primera que concluyó con el objetivo y las bases, y la segunda que consistió en darle proyección al tema de telecomunicaciones e informática. De este diagnóstico surgieron las siguientes metas y **planteamientos:**

- Consolidación un grupo de trabajo
- Elaboración de formatos a explicar
- Realización de una prueba piloto en dos IES
- Aplicación, sistematización y análisis de la información en las 16 IES.
- Elaboración de documentos

Las propuestas que se obtuvieron por los integrantes fueron clasificadas en dos grupos generales y específicas. Las primeras están dirigidas a todas las IES participantes y las segundas solo a cierta dependencia en donde se encontraron debilidades muy marcadas. Las propuestas **generales que se presentaron fueron:**

- Circulación de la información de tipo TI en todas las IES de la región
- Trabajar en forma conjunta en los campos
- Información electrónica y software
- Educación a distancia
- Internet2
- Fortalecimiento organizacional
- Capacitación
- Creación de un comité para el seguimiento de las propuestas

Por otro lado dentro de las propuestas específicas podemos destacar:

- Mejoramiento de las bases de datos que se emplearon en el diagnóstico
- Creación de una página Web para todos los participantes del proyecto
- Mejorar las dependencias encargadas de las TI en las universidades, en el sentido tecnológico, administrativo y de recursos humanos.
- Capacitación del recurso humano en temas de seguridad, investigación, programación etc.
- Mejorar las inversiones que se realicen y buscar métodos de financiamiento
- Realizar propuestas para mejorar la infraestructura tecnológica de

- Software
- Redes y telecomunicaciones
- Aplicaciones como videoconferencia, educación a distancia, etc.
- Creación de proyectos para el beneficio de las IES
- Que las instituciones incrementen los servicios que ofrecen gracias a las TI.

Cuando este diagnóstico fue aplicado a la Universidad de Colima, se describieron cinco grandes rubros que vale la pena destacarlos:

- Hardware
- Relación de servidores institucionales
- Software
- Arquitectura de red
- Redes y telecomunicaciones

Todos estos puntos fueron muy importantes para la universidad y las IES, pero para el objeto de esta tesis, solo mencionaremos a continuación los resultados que se obtuvieron del rubro de redes y telecomunicaciones:

- Número de computadoras conectadas a la red: 1560
- Número de computadoras con acceso a Internet: 1560
- Porcentaje de dependencias o instancias que no cuentan con conexión a la red: 60
- Fabricantes de los equipos instalados: Cabletron 30%, Cisco 30%.
- Sistemas usados para la administración de la red: SNMPc, Spel, MRTG.
- Porcentaje de ancho de banda utilizado: 50%
- También se demostró que dentro de los servicios que puede soportar la red universitaria son la videoconferencia por mencionar uno.
- En la descripción de la red se mostraron datos como:
- Tecnología que compone el backbone: Fast Ethernet, FDDI.
- Salida a Internet con un enlace E1 vía RDI con la empresa Avantel.
- Topología de estrella en la red local LAN
- Uso de la tecnología smart switch para controlar el tráfico interno y externo

A las conclusiones que llegaron los realizadores y los participantes del diagnóstico de las (IES) fueron: la posibilidad de desarrollar una sana competencia, proyectar colaboraciones, manifestar fortalezas y debilidades, comparar la IES de la zona Centro Occidente con las IES de otras zonas, solicitar más apoyo para mejorar su infraestructura en redes y telecomunicaciones, establecer el compromiso en todas las IES de

satisfacer a los usuarios (estudiantes) ofreciendo más servicios y de mejor calidad y crear un instrumento más perfecto para la realización del diagnóstico.

Desgraciadamente la información de éste diagnóstico y que se encuentra en la página web "http://www.ucol.mx/anuies" no es confiable al 100% para esta investigación, ya que ésta información no esta actualizada, y no cumple con el objetivo de esta tesis general de la tesis.

3.3 Otro diagnóstico

Según González Velasco (2000) otro diagnóstico titulado "Censo de acciones realizadas para incorporar nuevas tecnologías del aprendizaje" fue realizado por él, en la Universidad de Guadalajara. Este diagnóstico tuvo como objetivo la obtención de datos sobre las acciones realizadas en las Instituciones de Educación Superior (IES), para incorporar nuevas tecnologías como apoyo al aprendizaje. La estructura del diagnóstico era **la siguiente:**

- Datos del área y del responsable institucional de educación a distancia
- Equipamiento audiovisual
- Recepción satelital
- Equipamiento para emisión televisiva y producción de video
- Equipo de cómputo
- Información sobre el servicio de Internet
- Información sobre acciones para incorporar nuevas tecnologías y apoyar al aprendizaje
- Información sobre producción de software educativo
- Sobre producción de audio educativo
- Información sobre redes
- Sobre necesidades y perspectivas en el uso de las nuevas tecnologías

Los resultados obtenidos por éste diagnóstico no fueron del conocimiento público por políticas de la Universidad de Guadalajara. Pero aun así, nos dimos cuenta de la estructura general del diagnóstico, del objetivo y de los beneficios que se pretendían.

En estos tiempos es muy común encontrar universidades que realizan diversos diagnósticos con el fin de conocer sus fortalezas y debilidades en

áreas como la educación y tecnología. El diagnóstico es entonces, un instrumento ideal para cumplir con los objetivos trazados en esta tesis.

3.4 Generalidades del nuevo diagnóstico

La metodología que se siguió al realizar el nuevo diagnóstico la podemos clasificar en cinco etapas: a) primero se tuvo que detectar la información que era útil, ósea detección de la información, b) el segundo paso fue la elaboración del diagnóstico en papel y luego formato electrónico, c) la fase tres consistió en la aplicación de la herramienta, d) luego se pasó a la recolección y clasificación de la información, e) y por último el análisis y presentación de los resultados obtenidos. El diagnóstico tiene como fin mostrarnos los aspectos de organización, recurso humano y capacidad tecnológica, de la dependencia DiGeSeT, que en este caso es la institución universitaria encargada de administrar el backbone de la universidad. Una ves obtenidos estos datos se podrá proponer no solo en el área de la tecnología, sino que también en el recurso humano y otros aspectos si son necesarios.

Este diagnóstico está pensado y elaborado para que sea aplicado por aquellas personas que fungen como administradores o responsables de sus respectivos Backbone. Estas personas deben tener conocimientos básicos en redes y telecomunicaciones.

El diagnóstico de telecomunicaciones para Internet2 se basa en el diagnóstico hecho para la ANUIES Región Centro - Occidente, y presenta la siguiente descripción general:

- Datos generales del diagnóstico
- Nombre del diagnóstico
- Realizador
- Justificación y objetivos
- Dependencia e institución
- Datos particulares de la dependencia
- Elaboración de tablas para el registro de la información
- Descripción administrativa
- Recursos humanos
- Análisis de la tecnología utilizada
- Concentración de la información

3.4.1 Necesidad del diagnóstico

La tecnología en nuestra universidad ha experimentado cambios constantes, ha tenido en lo largo de su historia cambios en su infraestructura tecnológica como los enlaces que iban desde unos cuantos Kbps y Mbps hasta llegar a los Gbps. Esta tecnología sin duda alguna cambia con el fin de perfeccionar el proceso de comunicación y la conexión a Internet. Pero ¿qué pasa si la Universidad de Colima quiere incursionar en Internet2?, para saber si está preparada en su infraestructura de telecomunicaciones es necesario hacer un diagnóstico y así conocer sus fortalezas y debilidades. El Objetivo del diagnóstico es realizar un análisis de la estructura del Backbone y pruebas de su desempeño, con el fin de conocer sus fortalezas y debilidades.

3.4.2 Delimitación del área de estudio

Debido a que la tecnología en redes y telecomunicaciones de la Universidad de Colima se concentra en la Dirección General de Servicios Telemáticos (DiGeSeT) campus Colima, y de ahí se expande mediante enlaces físicos hacia toda la universidad llegando hasta los campus Villa de Alvarez, Coquimatlán, Tecomán y Manzanillo. Es entonces imperioso analizar primero la DiGeSeT y posteriormente los campus mencionados.

3.5 Elaboración del cuerpo del diagnóstico

- Datos generales de la dependencia
- Nombre de la institución
- Ubicación
- Código postal, teléfono y fax.
- Nombre del responsable de la institución
- Cargo, grado, teléfono y persona a la que reporta.
- Aspecto organizacional
- Antecedentes, misión y visión
- Organigrama
- Documentos administrativos
- Tipos de plazas
- Dependencias que apoyan económicamente a la institución

- Empresas con las que sostiene relaciones institucionales
- Recurso humano
- Número de personas de base
- Nombre
- Escolaridad
- Turno de trabajo
- Puesto
- Antigüedad
- Número de cursos recibidos en un año
- Número de personas becadas a su cargo
- Infraestructura tecnológica
- Tecnología de la dependencia (DiGeSeT)
- Tipo de red local
- Tipo de cableado
- Velocidad interna de transmisión
- Número de computadoras para trabajo en la dependencia (no servidores)
- Descripción de los servidores
- Infraestructura tecnológica del backbone
- Topología (backbone)
- Tecnología que emplea
- Velocidad de transmisión
- Dispositivo que administra y controla el tráfico
- Marca y modelo del dispositivo
- Nombre y grado del personal encargado del backbone
- Software para el monitoreo del backbone
- Software para la administración
- Porcentaje de utilización del backbone
- Horas de mayor demanda del backbone
- Descripción de los nodos que componen el backbone
- Servicios de TI que proporciona la institución
- Tipo de conexión a Internet
- Proveedor
- Medio por el que se recibe el enlace a Internet
- Servicios que presta la institución al interior y exterior de la universidad
- Servicios más demandados por las LAN del Backbone

3.6 Herramientas para la recolección de información

Las técnicas que se utilizaran para la recolección de información y que servirán para que el diagnóstico arroje resultados confiables son: la investigación documental, la entrevista, y la experimentación científica con herramientas específicas en la gestión de red.

La técnica de Investigación documental consiste principalmente en analizar la bibliografía y la hemerografía para obtener información de la evolución en redes y telecomunicaciones que ha tenido la universidad desde 1990.

Para esta investigación documental se tomó la decisión de acudir a la DiGeSeT, ya que es la dependencia que nos puede facilitar esta información ya sea en formato escrito, en sus reglamentos o decretos, o en su misma página Web la cual esta actualizada pero no completa.

Otra técnica que se utilizará para recopilar la información será la entrevista dirigida, la cual tiene como objetivo obtener de los especialistas del área la información histórica y técnica acerca del Backbone de la universidad, así como también de los requerimientos de I2 en México. Las personas que serán objeto de entrevista son:

- MC. Raymundo Buenrostro Mariscal
Director General de la Dirección General de Servicios Telemáticos
Universidad de Colima

- MC. Lourdes Feria Basurto
Director General de la Coordinación General de Tecnologías de Información
Universidad de Colima

- Ing. Carlos Fidel Gaspar Cruz
Subdirector de Redes y Telecomunicaciones
Universidad de Colima

- Ing. Francisco Vaca Gutiérrez
Responsable de la Administración de la red
Universidad de Colima

- MC. Leonel Soriano Equigua
Responsable de la Administración de la red
Universidad de Colima

A esta actividad también se le añade la aplicación de entrevistas a personalidades destacadas en el ámbito de la educación superior y en el proyecto de I2 en México.

- Lic. Julio Rubio Oca
Subsecretario de Educación Superior e Investigación Científica de la SEP.
México

- Carlos Casasús
Director General del CUDI

- Ing. Arturo Lev Servin
Exdirector del Comité de Desarrollo de la Red
Instituto Tecnológico de Educación Superior de Monterrey

La experimentación científica con el Backbone, consiste en realizar pruebas con diferentes parámetros y exigencias, con el fin de analizar su desempeño y confiabilidad. Estas pruebas no solo se realizarán en el campus Colima, sino que también estarán involucrados los campus Villa de Alvarez, Coquimatlán, Tecomán y Manzanillo.

Nota: Para ver el cuerpo completo del diagnóstico consultar el Anexo 3.

4.1 Antecedentes de la red universitaria

De acuerdo al diagnóstico “Diagnóstico del Backbone principal 2001” las actividades de la red universitaria de cómputo iniciaron en 1990, por el departamento de “redes y telecomunicaciones”, cuya función principal fue el interconectar las bibliotecas especializadas de la Universidad de Colima con el fin de lograr la interacción e integración del acervo cultural para la disposición de la comunidad. Para 1991 el Backbone principal era un cable de coaxial grueso que podía transmitir a una velocidad de 10 Mbps, el cual conectaba las bibliotecas de Ciencias Sociales y Humanidades, Ciencias de la Salud y Biomédicas, también conectaba algunas dependencias administrativas de la misma universidad. Además se incorporó el servicio de acceso a la red vía módem, de tal manera que existían alrededor de 30 computadoras conectadas. En 1992, la Universidad de Colima formó parte del proyecto piloto RUTyC (Red Universitaria de Teleinformática y Comunicaciones), el cual conectaba seis instituciones a través de enlaces satelitales y para 1993, utiliza por primera vez la red Internet mediante un enlace satelital con una velocidad de 64 Kbps.

En 1994, la universidad cambia el enlace satelital por un enlace de fibra óptica, y también moderniza su Backbone implantando tecnología FDDI (Interfaz de Datos Distribuida por Fibra), la cual posibilitó alcanzar internamente velocidades de 100 millones de bits por segundo. Posteriormente se formaliza el departamento de redes con el surgimiento de la Dirección General de Servicios Telemáticos DiGeSeT.

Las actividades de la DiGeSeT se fueron incrementando y como consecuencia se logró mayor velocidad de acceso a Internet de 256 Kbps a un E1 2Mbps, también se logró conectar los campus Tecomán y Manzanillo mediante enlaces digitales (DS0) a una velocidad de 64 Kbps y se tuvo mayor cobertura con su Backbone logrando que cerca de 500 computadoras tuvieran el acceso a la red universitaria. Actualmente la DiGeSeT forma parte de la Coordinación General de Servicios y Tecnologías de Información (CGSTI), la cual es responsable de estructurar y supervisar los servicios así como el desarrollo, uso y asimilación de las nuevas tecnologías de información, para el beneficio de la comunidad universitaria.

4.2 Aspecto Organizacional

La visión de la DiGeSeT es consolidarse como una dependencia líder en la prestación de servicios de cómputo, redes, Internet y telecomunicaciones en el estado de Colima y que la Universidad trascienda en este aspecto. Así como la visión la DiGeSeT tiene muy clara su misión dentro de la institución y es: ofrecer servicios de telecomunicaciones e informática a las dependencias universitarias así como el desarrollo y administración de la red universitaria de cómputo de voz y datos.

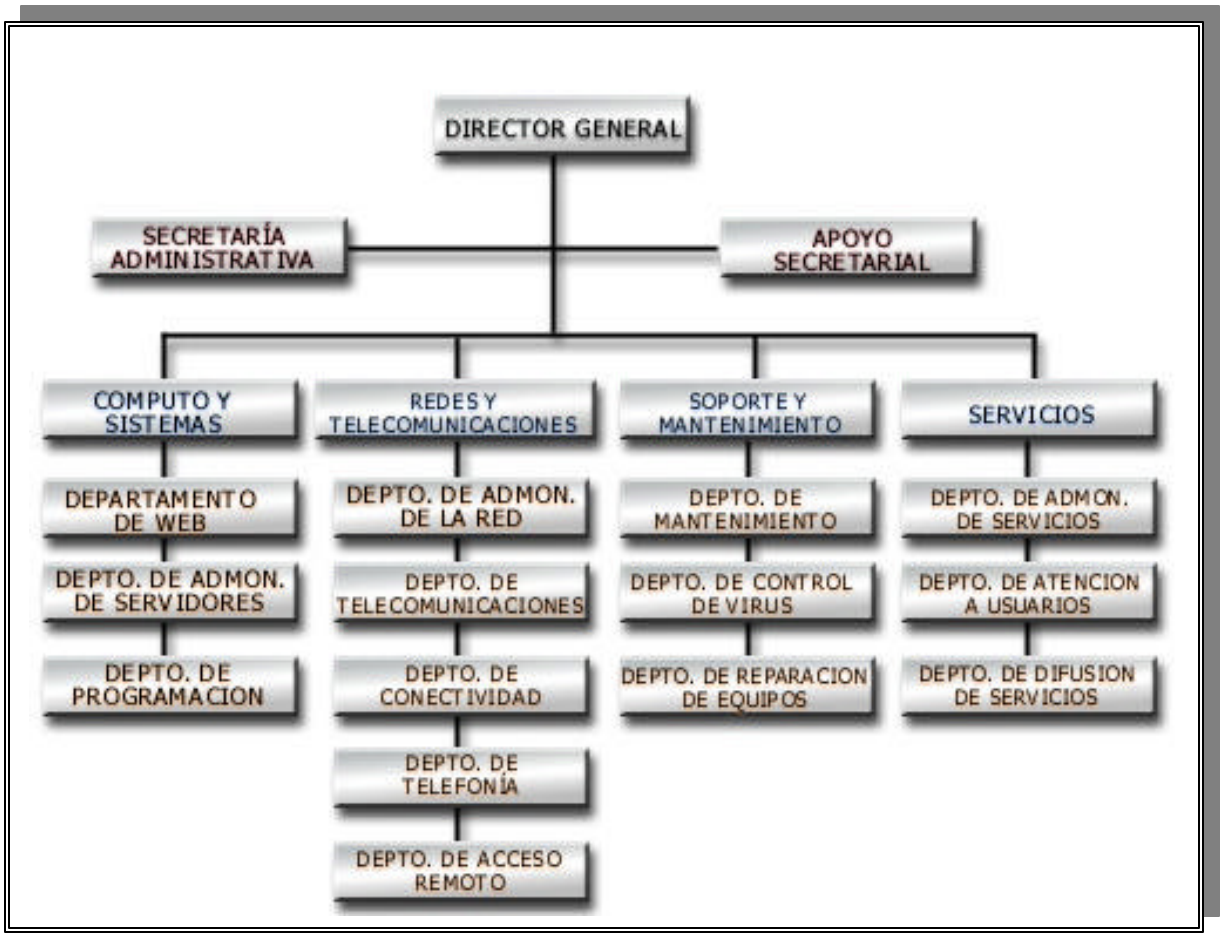


Fig. 4.1 Organigrama de la Dirección General de Servicios Telemáticos

Fuente: DiGeSeT (sitio Web).

Documentos administrativos con los que cuenta la DiGeSeT

- Organigramas. Ver figura 4.2
- Nombramientos del personal y
- descripción de áreas de trabajo
- Políticas generales y particulares
- Visión, Misión de la institución
- Inventarios de herramienta, hardware y software
- Solicitudes para los diferentes servicios que presta
- Reportes internos y externos
- Formatos para la solicitud de apoyo

Tipos de plazas que se manejan:

- De base
- De contrato (contratos por meses)
- Becas
- Servicio social y Practicas profesionales

Fuentes que apoyan económicamente a la DiGeSeT

- Universidad de Colima
- Secretaria de Educación Pública (SEP)
    - FOMES
    - PRONAD

Empresas con las que sostiene relaciones institucionales para el intercambio de conocimientos

- Gobierno del Estado de Colima
- Universidades públicas y privadas
- Instituciones públicas y privadas (nacionales e internacionales)

Tipo de relación con las instituciones

- Colaboración
- Investigación
- Prestación de servicios
- Asesoría

Recurso humano

En la DiGeSeT las personas de base cumplen con una jornada de trabajo de tiempo completo (mañana y tarde), el requisito mínimo para su contratación es haber terminado una carrera, titularse y pasar un programa de selección. Actualmente laboran en la institución siete Ingenieros en Sistemas computacionales, cuatro Licenciados en Informática, un M. C. área Telemática, dos M.C. en el área Electrónica y Telecomunicaciones, un M.C. en ciencias Computacionales, dos Contadores Públicos, y dos Ingenieros en Comunicaciones y Electrónica. Estas personas están repartidas estratégicamente en los departamentos que componen la DiGeSeT, de tal forma que son los ideales para cubrir los puestos.

4.3 Descripción Tecnológica

La DiGeSeT utiliza una red tipo estrella, con cableado par trenzado (UTP) categoría 6. Su velocidad interna de transmisión es de 100 Mbps. El cableado de la red es subterráneo pasando el cableado por medio de pequeños registros en el piso, con el fin de conservar la estética del edificio y para facilitar el manejo y la administración del cableado de red.

Dentro de la DiGeSeT un espacio muy importante es el "Site" (lugar físico), ya que es aquí, donde se concentra toda la tecnología que compone y hace funcionar el Backbone de la universidad, también convergen los equipos para unir los nodos lejanos de la institución y por último los enlaces de Telmex y Avantel que utilizan para el acceso a Internet. Éste espacio cuenta con un dispositivo llamado "Rack" el cual permite montar todos los equipos (ruteadores, concentradores, enlaces etc.) que intervienen en el funcionamiento de la red y manipularlos más fácilmente, de tal manera que un equipo dañado pueda ser detectado en forma inmediata sin necesidad de desmontar los demás. El Site cuenta con un área especial para la red de voz, permitiendo el servicio de telefonía. A todo esto se le añade una planta de energía que se encuentra en el techo del edificio, capaz de soportar cortes prolongados de energía eléctrica, evitando de esta manera que se apaguen los servidores por falta de luz.

Para la DiGeSeT es muy importante el monitoreo de la red, la administración, el soporte y la atención a los usuarios que hacen uso de la tecnología, busca el funcionamiento óptimo de la red de extremo a extremo en todos sus nodos, para esto, sus trabajadores en el edificio cuentan con 36 computadoras de diferentes marcas: Acer, Dell, Compaq de modelos recientes con procesadores Pentium II, o superior.

Relación de servidores en la dependencia

En total se cuentan con 12 servidores cuyos nombres son: volcan.ucol.mx, venus.ucol.mx, Total Control Security and Accounting, Tacacs Server, orion.ucol.mx, webpages.ucol.mx,

firewalls.ucol.mx, olimpo.ucol.mx, proxy.ucol.mx, digeset.ucol.mx, intranet.ucol.mx, bdigital.ucol.mx. Entre las características que encontramos en estos servidores son que utilizan de preferencia dos tipos de microprocesadores RISC y Pentium y que van desde velocidades de 400 Mhz hasta 800 Mhz. La capacidad de estos servidores les permite contar con varios discos duros, así como incrementar la capacidad de memoria hasta llegar a los Gigabytes. El sistema operativo que utilizan es de acuerdo a la importancia y seguridad que se desee, y van desde windows98, windows2000, windows 2000 server, UNIX y Linux. Las empresas que vendieron estos productos fueron: Siteldi, STI, Estratel, y las marcas de servidores que se manejaron fueron: Acer, Dell, Compaq, Sun Microsystem y Digital. Estos servidores son llamados "servidores de aplicaciones" ya que pueden llegar a desempeñar varias funciones y tareas al mismo tiempo.

Características técnicas del Backbone universitario

La DiGeSeT es la institución responsable del cuidado, mantenimiento y arreglo del Backbone principal de la Universidad de Colima. El Backbone utiliza como medio físico la fibra óptica, empleando la tecnología llamada "Gigabit Ethernet" (tecnología capaz de transmitir a mil millones de bits por segundo) y formando una topología llamada estrella. El Backbone soporta todo el tráfico de la red universitaria, para su administración se divide en siete nodos principales, pero por su expansión es posible llegar a todos los nodos restantes.

El Backbone es controlado por un equipo llamado Smart Switch Router 8600 (SSR), fabricado por la empresa Cabletron System. Entre sus características principales podemos decir que cuenta con tecnología modular (contiene módulos para diferentes servicios), cuenta con 16 slots (espacio físicos) para la colocación de tarjetas. En estos momentos no está a su capacidad total, ya que cuenta con dos módulos de control, dos tarjetas de 8 puertos UTP 10/100

(para conectar los nodos secundarios), tres tarjetas de Gigabit Ethernet con 2 puertos cada una y que forman el Backbone principal de fibra óptica. El SSR también contiene dos fuente de poder para la energía redundante, ver figura 4.2.

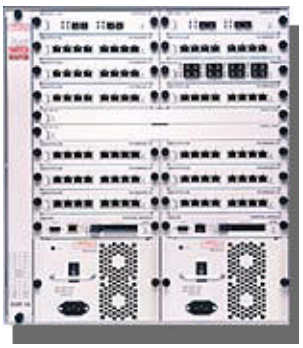


Fig. 4.2 Smart Switch Router 8600. Fuente: DiGeSeT.

Para el monitoreo y la administración de la red universitaria, se utilizan diversos programas como el Netsight, MRTG, ADVENTnet, ProxySquid y el QoS Works (el cuál proporciona calidad de servicio en la red), estos sistemas están instalados en servidores y son operados por gente capacitada.

Descripción de los principales nodos del Backbone

De acuerdo al estudio realizado en la DiGeSeT, los nodos principales del Backbone son nueve: Cenedic, Biblioteca de Ciencias Sociales, Biblioteca de Ciencias, Biblioteca de la Salud como nodos principales, y como nodos secundarios son Medios didácticos, Biblioteca de Humanidades (Villa de Álvarez), Edificio CUICA-CIAM (Coquimatlán), Biblioteca de Ciencias Agropecuarias (Tecomán) y Biblioteca de Ciencias Marinas (Manzanillo). A continuación se describen cada uno de los nodos.

El nodo Cenedic se encuentra ubicado en la Av. Universidad #333 en el campus Colima, a 120 mts. de la DiGeSeT, el dispositivo que utiliza para tener conexión con el Backbone es un Smart Switch 6000, con una tarjeta de

ruteo 6SSR2 fabricado por la empresa Cabletron System. El enlace es de Gigabit Ethernet, lo cual le permite alcanzar velocidades de mil millones de bits por segundo.

El nodo de Biblioteca sociales se encuentra ubicado también en el campus Colima, a 380 mts. de la DiGeSeT, el dispositivo que utiliza para tener conexión con el Backbone es un Smart Switch Router, modelo 2000, de la empresa Cabletron System. El enlace es de Gigabit Ethernet, lo cual le permite alcanzar velocidades de mil millones de bits por segundo.

El nodo de Biblioteca de las ciencias se encuentra ubicado en la Av. Gonzalo de Sandoval # 444 a 750 mts. de la DiGeSeT, el dispositivo que utiliza para tener conexión con el Backbone es un Smart Switch 6000, con una tarjeta de ruteo 6SSR2 fabricado por la empresa Cabletron System. El enlace es de Gigabit Ethernet, lo cual le permite alcanzar velocidades de mil millones de bits por segundo.

El nodo de Biblioteca de medicina se encuentra ubicado en el campus Colima a 360 mts. de la DiGeSeT, el dispositivo que utiliza para tener conexión con el Backbone es un Smart Switch Router, modelo 2000, de la empresa Cabletron System. El enlace es de Gigabit Ethernet, lo cual le permite alcanzar velocidades de mil millones de bits por segundo.

El nodo de Medios Didácticos se encuentra ubicado en el campus Colima, a 30 mts. del Cenedic, el dispositivo que utiliza para tener conexión con el Backbone es un Smart Switch Router, modelo 2000, de la empresa Cabletron

System. El enlace es de Fast Ethernet, lo cual le permite alcanzar velocidades de cien millones de bits por segundo.

El nodo de Villa de Álvarez se encuentra ubicado en Josefa Ortiz de Domínguez # 64 junto con la Av. Benito Juárez a más de 9 Km. de la DiGeSeT, el dispositivo que utiliza para tener conexión con el Backbone es un Smart Switch Router, modelo 2000, de la empresa Cabletron System. La tecnología con la que la villa se conecta es de Fast Ethernet utilizando como medio físico la fibra óptica monomodo, la cual le permite alcanzar velocidades de cien millones de bits por segundo.

El nodo de Coquimatlán se encuentra ubicado en el Km. 9 carretera Coquimatlán a más de 35 Km. de la DiGeSeT , el dispositivo que utiliza para tener conexión con el Backbone es un Smart Switch Router, modelo 2000, de la empresa Cabletron System. La tecnología con la que Coquimatlán se conecta es de Fast Ethernet utilizando como medio físico la fibra óptica monomodo, la cual le permite alcanzar velocidades de cien millones de bits por segundo.

El nodo de Tecomán se encuentra ubicado en el Km. 44 carretera Colima-Manzanillo a más de 45 Km. de la DiGeSeT, el dispositivo que utiliza para tener conexión con el Backbone es un Smart Switch Router, modelo 2000, de la empresa Cabletron System. La tecnología con la que Tecomán se conecta es por medio de un enlace serial a 512 Kbps.

El nodo Manzanillo se encuentra ubicado en el Km. 22 carretera Manzanillo - Cihuatlán a 97 Km. de la DiGeSeT aproximadamente, el dispositivo que

utiliza para tener conexión con el Backbone es un Smart Switch Router, modelo 2000, de la empresa Cabletron System. La tecnología con la que Tecomán se conecta es por medio de un enlace serial a 512 Kbps, ver figura 4.3

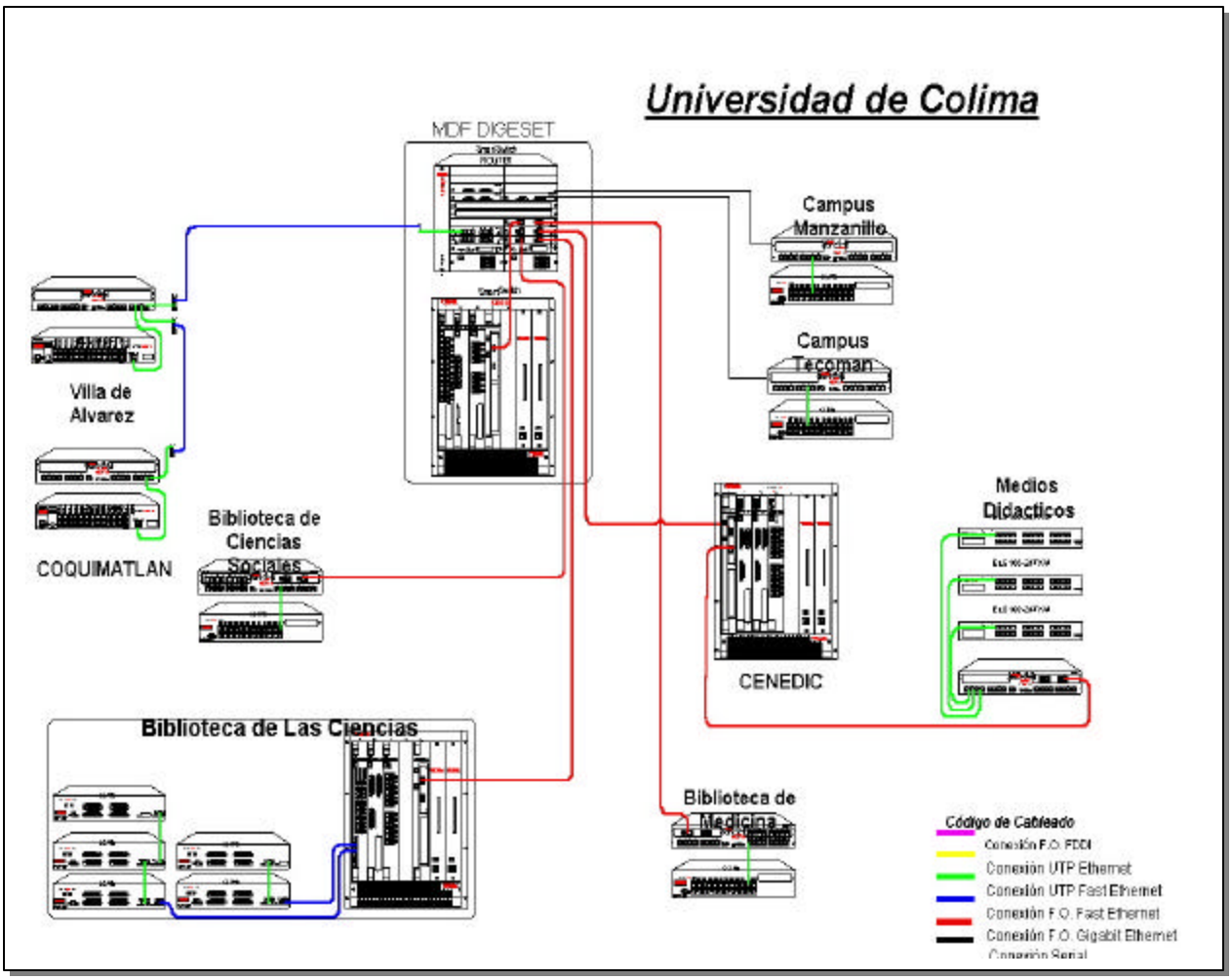


Fig. 4.3 Backbone de la Universidad de Colima
Fuente DiGeSeT.

Acceso a Internet

La Universidad de Colima, por medio del nodo central DiGeSeT, cuenta con el acceso a Internet a una velocidad de 4 Mbps (dos E1´s) utilizando

como medio físico la fibra óptica instalada por Telmex, llegando hasta Guadalajara, pero teniendo el servicio con la empresa Avantel. El costo por tener este enlace a Internet supera los 100 mil pesos mensuales. El equipo que recibe este enlace de fibra es un Descanalizador FCD-2 Marca RAD, y junto con el SSR hacen posible que todos los usuarios universitarios tengan acceso a Internet a una velocidad considerablemente buena.

Los servicios que la DiGeSeT pone a disposición de la comunidad universitaria y en algunos casos del público en general son:

- Acceso a Internet vía módem.- Con un equipo llamado Total Control, la DiGeSeT es capaz de soportar 90 usuarios conectados a Internet simultáneamente.
- Acceso a Internet vía inalámbrica.- Como una solución para aquellas instituciones que no pueden utilizar cableado o que se encuentran

superior a 128 Kbps.

- Cuentas de correo electrónico.- Este servicio es muy demandado ya que todos los estudiantes o trabajadores universitarios pueden tener una cuenta de correo gratis en los servidores de la universidad.
- Diseño de páginas Web.- Todas las páginas web que se presentan en el espacio electrónico de la universidad "www.ucol.mx" son elaboradas por el departamento de Web, que además elabora páginas para empresas nacionales e internacionales.
- Telefonía.- Este es un servicio que permite comunicar vía voz y tener servicios adicionales de voz (mensajes, recados, conferencias), a los diferentes nodos de la universidad, ahorrando de esta manera el gasto excesivo que se presentaba por las llamadas intracampus que se realizaban.
- Instalación de redes.- Para aquellas dependencias universitarias que pretendan contar con el acceso a Internet.
- Instalación y configuración de software.- Para aquellas oficinas universitarias que necesiten algún software en particular.
- Intranet.- Este servicio es solo para los universitarios, y su función es poner a disposición de los trabajadores información confidencial y servicios adicionales (FTP, Web cache etc.) por medio de una interfaz gráfica en Web.

- **Soporte y mantenimiento.- Este servicio se presta para arreglar aquellas computadoras dañadas o con virus que ya no cuenten con garantía.**

Los servicios más demandados de la comunidad universitaria son:

1.- Acceso a Internet, vía red y módem

2.- Creación de cuentas de correo electrónico

3.- Instalación de nuevas redes

4.- Servicio de transferencia de archivos

5.- Soporte y mantenimiento de equipos de cómputo

6.- Asesoría técnica. (Cfr; diagnóstico del Backbone)

4.4 Monitoreo de la red

Las pruebas de monitoreo de la red consisten en analizar la cantidad de tráfico que viaja por cada uno de los nodos que componen el Backbone principal y también los nodos secundarios, con el fin de conocer su grado de utilización. Estas gráficas son elaboradas por el programa MRTG el cual es instalado en el servidor “webpages.ucol.mx” administrado por la DiGeSeT.

A continuación se presenta el tráfico de cada nodo que compone el Backbone. Cabe mencionar que el estudio se realizó de los nodos principales y secundarios hacia el nodo central (DiGeSeT) y que estas gráficas que se presentan son actualizadas cada cinco minutos por el software MRTG.

Para una mayor comprensión en la lectura de estas gráficas, se recomienda empezar de izquierda a derecha, ya que del lado izquierdo representa el tráfico actual.

Nodo Cenedic

Estadísticas actualizadas el Viernes 28 de Septiembre de 2001 a las 17:20

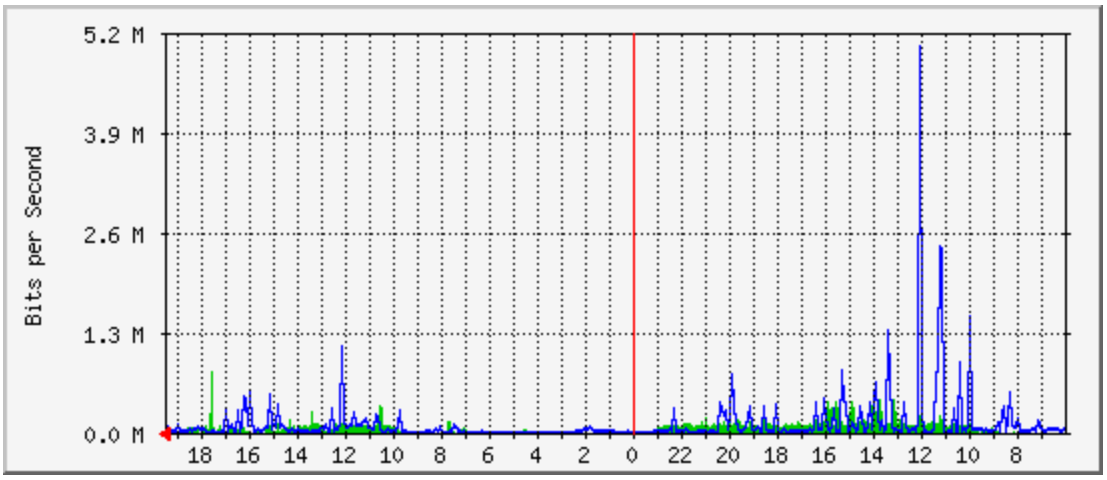


Fig. 4.4 Gráfica del tráfico del nodo Cenedic

Fuente: http://webpages.ucol.mx

Máx Entrante: 821.2 kb/s (0.1%) Promedio Entrante: 87.8 kb/s (0.0%) Actual Entrante: 56.5 kb/s (0.0%) Máx Saliente: 5024.8 kb/s (0.5%) Promedio Saliente: 114.5 kb/s (0.0%) Actual Saliente: 64.0 kb/s (0.0%)

Descripción:

La línea azul en la gráfica significa la cantidad de información expresada en Mbps que el nodo está solicitando y la línea verde la cantidad de información en Mbps que está recibiendo.

El Cenedic cuenta con 62 computadoras conectadas a la red, las cuales utilizan el servicio del Backbone principal.

Observación

En esta gráfica nos podemos dar cuenta que el enlace de Gigabit Ethernet que tiene el Cenedic hacia el nodo principal, no se utiliza ni a 2 porciento, por lo que concluimos que este enlace no tendrá problemas con las aplicaciones avanzadas.

Nodo de Biblioteca de Ciencias Sociales

Estadísticas actualizadas el Viernes 28 de Septiembre de 2001 a las 17:35

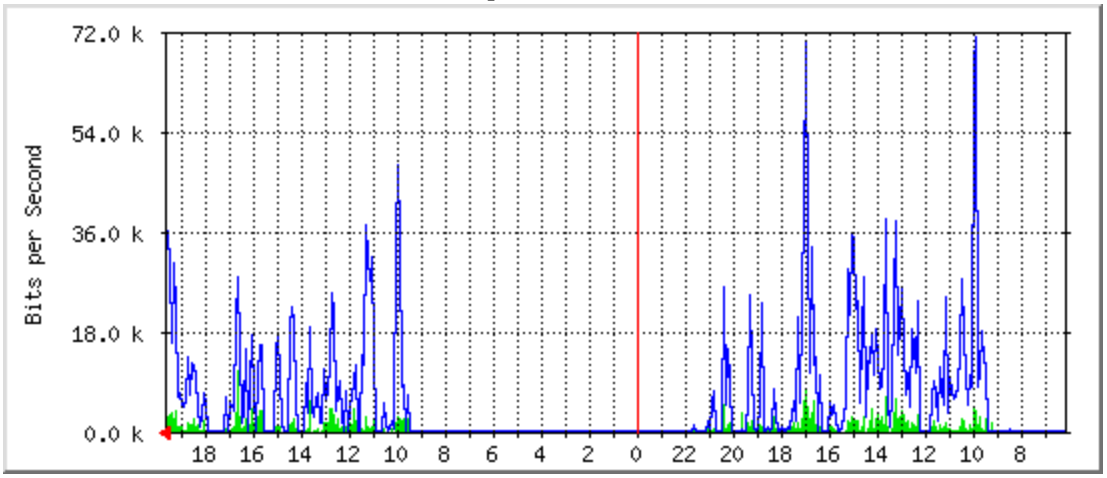


Fig. 4.5 Gráfica del tráfico del nodo Biblioteca de Ciencias Sociales

Fuente: http://webpages.ucol.mx

Máx Entrante: 11.1 kb/s (0.1%) Promedio Entrante: 1456.5 kb/s (0.0%) Actual Entrante: 7376.6 kb/s (0.1%)

Máx Saliente: 71.9 kb/s (0.7%) Promedio Saliente: 9432.6 kb/s (0.1%) Actual Saliente: 36.4 kb/s (0.4%)

Descripción

La línea azul en la gráfica significa la cantidad de información expresada en Kbps que el nodo está solicitando y la línea verde la cantidad de información en Kbps que está recibiendo.

Este nodo cuenta en su edificio con 16 computadoras conectadas a la red, pero también soporta un nodo secundario con un total de 3 computadoras, haciendo un total de 19 las cuales utilizan el servicio del Backbone principal.

Observación

En esta gráfica nos podemos dar cuenta que el enlace de Gigabit Ethernet que tiene el nodo de Sociales hacia el nodo principal, no se utiliza ni al 1

porciento, por lo que concluimos que este enlace no tendrá problemas con las aplicaciones avanzadas.

Nodo de Biblioteca de las Ciencias

Estadísticas actualizadas el Viernes 28 de Septiembre de 2001 a las 17:45

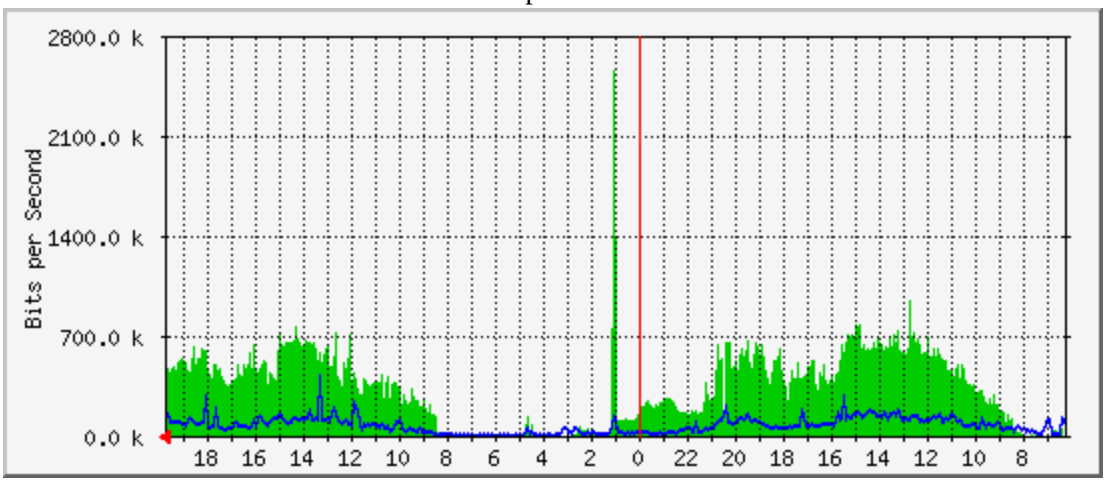


Fig. 4.6 Gráfica del tráfico del nodo de Biblioteca de Ciencias

Fuente: http://webpages.ucol.mx

Máx Entrante: 2571.3 kb/s (0.3%) Promedio Entrante: 361.6 kb/s (0.0%) Actual Entrante: 510.4 kb/s (0.1%)
Máx Saliente: 478.7 kb/s (0.0%) Promedio Saliente: 81.5 kb/s (0.0%) Actual Saliente: 101.5 kb/s (0.0%)

Descripción

La línea azul en la gráfica significa la cantidad de información expresada en Kbps que el nodo está solicitando y la línea verde la cantidad de información en Kbps que está recibiendo.

Este nodo cuenta en su edificio con 182 computadoras conectadas a la red, pero también soporta cinco nodos secundarios con un total de 64 computadoras, haciendo un total de 246 computadoras que solicitan el servicio del Backbone principal.

Observación

En esta gráfica nos podemos dar cuenta que el enlace de Gigabit Ethernet que tiene el nodo de Biblioteca de las Ciencias hacia el nodo principal, no se utiliza ni a 2 porciento, por lo que concluimos que este enlace no tendrá problemas con las aplicaciones avanzadas de I2.

Nodo de Biblioteca de la Salud

Estadísticas actualizadas el Viernes 28 de Septiembre de 2001 a las 17:45

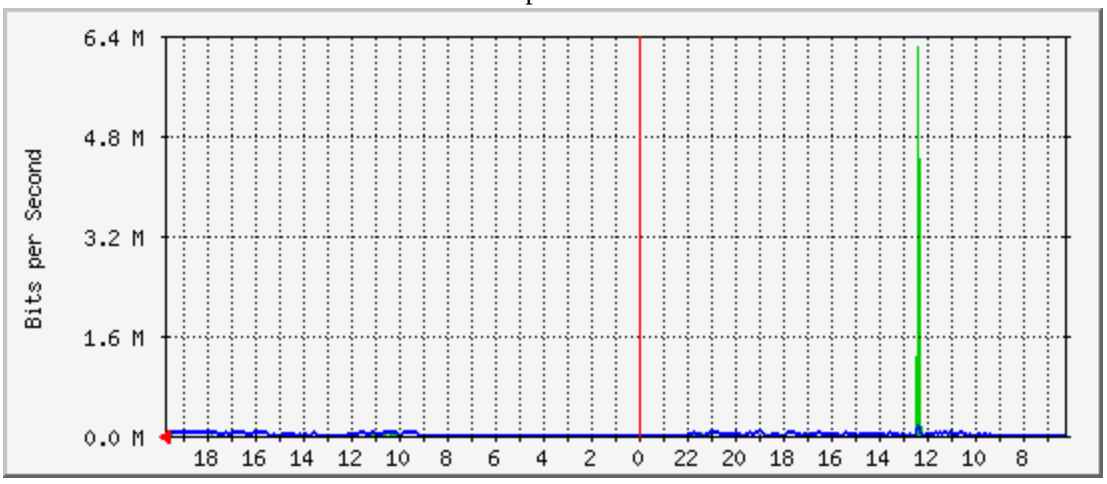


Fig. 4.7 Gráfica del tráfico del nodo de Biblioteca de Medicina

Fuente: http://webpages.ucol.mx

Máx Entrante: 6240.8 kb/s (62.4%) Promedio Entrante: 40.8 kb/s (0.4%) Actual Entrante: 8056.0 kb/s (0.1%)

Máx Saliente: 164.6 kb/s (1.6%) Promedio Saliente: 32.8 kb/s (0.3%) Actual Saliente: 58.6 kb/s (0.6%)

Descripción

La línea azul en la gráfica significa la cantidad de información expresada en Mbps que el nodo está solicitando y la línea verde la cantidad de información en Mbps que está recibiendo.

Este nodo cuenta en su edificio con 27 computadoras conectadas a la red, pero también soporta tres nodos secundarios con un total de 44 computadoras, haciendo un total de 71 computadoras que solicitan el servicio del Backbone principal.

Observación

En esta gráfica nos podemos dar cuenta que el enlace de Gigabit Ethernet que tiene el nodo de la Biblioteca de la Salud hacia el nodo principal, no se utiliza ni al 1 porciento, por lo que concluimos que este enlace no tendrá problemas con las aplicaciones avanzadas de I2.

Nodo de Medios Didácticos

Estadísticas actualizadas el Viernes 28 de Septiembre de 2001 a las 17:50

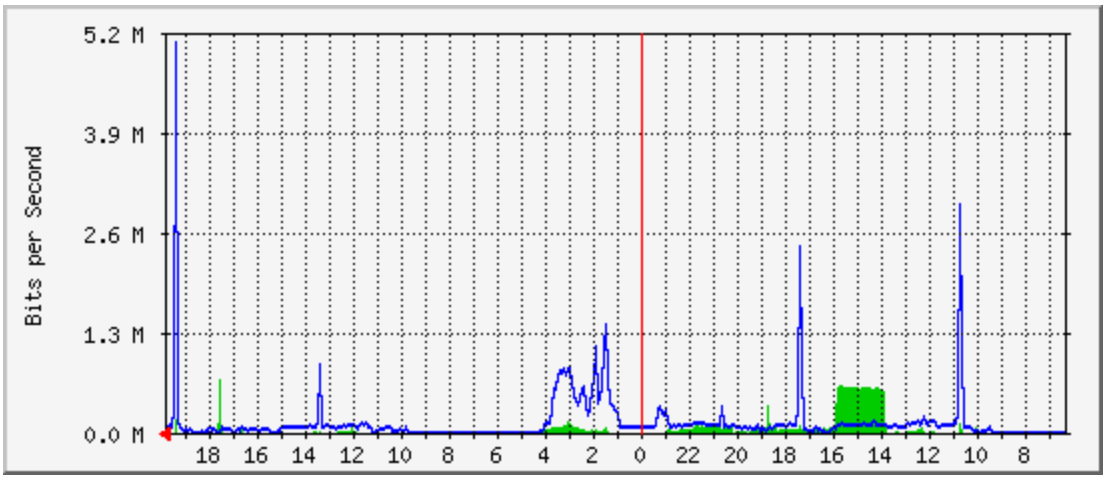


Fig. 4.8 Gráfica del tráfico del nodo de Medio Didácticos

Fuente: http://webpages.ucol.mx

Máx Entrante: 721.0 kb/s (0.7%) Promedio Entrante: 65.5 kb/s (0.1%) Actual Entrante: 63.3 kb/s (0.1%) Máx Saliente: 5071.3 kb/s (5.1%) Promedio Saliente: 141.2 kb/s (0.1%) Actual Saliente: 54.0 kb/s (0.1%)

Descripción

La línea azul en la gráfica significa la cantidad de información expresada en Mbps que el nodo está recibiendo y la línea verde la cantidad de información en Mbps que está solicitando.

Este nodo cuenta con 59 computadoras conectadas a la red, no soporta ningún nodo secundario, y su enlace es hacia el nodo Cenedic, el cual le permite tener los serviNodo de Biblioteca de Humanidades (Villa de Álvarez)

Observación

En esta gráfica nos podemos dar cuenta que el enlace de Fast Ethernet que tiene el nodo de la Medios hacia el nodo principal, no se utiliza ni al 2 porciento, por lo que concluimos que este enlace no tendrá problemas para las aplicaciones de I2.

Nodo de Biblioteca de Humanidades (Villa de Álvarez)

Estadísticas actualizadas el Viernes 28 de Septiembre de 2001 a las 17:55

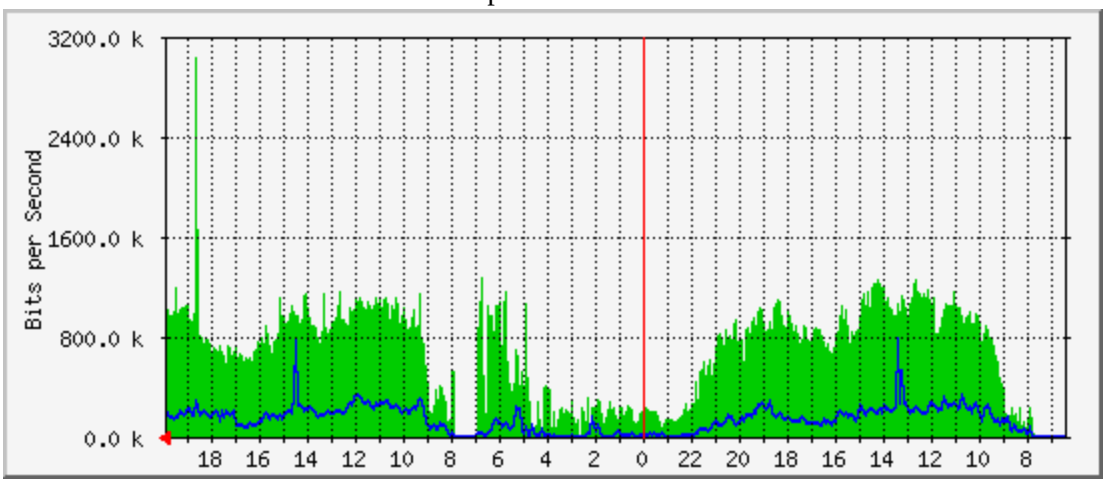


Fig. 4.9 Gráfica del tráfico del nodo Biblioteca de Humanidades

Fuente: http://webpages.ucol.mx

Máx Entrante: 3053.2 kb/s (3.1%) Promedio Entrante: 711.6 kb/s (0.7%) Actual Entrante: 743.5 kb/s (0.7%)

Máx Saliente: 884.8 kb/s (0.9%) Promedio Saliente: 150.0 kb/s (0.2%) Actual Saliente: 118.8 kb/s (0.1%)

Descripción

La línea azul en la gráfica significa la cantidad de información expresada en Kbps que el nodo está solicitando y la línea verde la cantidad de información en Kbps que está recibiendo.

Este nodo cuenta con 16 computadoras conectadas al Backbone, y soporta siete nodos secundarios con 99 computadoras, haciendo una aproximación de 115 computadoras en red que utilizan este enlace.

Observación

En esta gráfica nos podemos dar cuenta que el enlace de Fast Ethernet que tiene este nodo hacia el nodo principal, no se utiliza ni al 4 porciento, por lo que concluimos que este enlace no tendrá problemas para las aplicaciones de I2.

Nodo de CUICA-CIAM (Coquimatlán)

Estadísticas actualizadas el Viernes 28 de Septiembre de 2001 a las 18:00

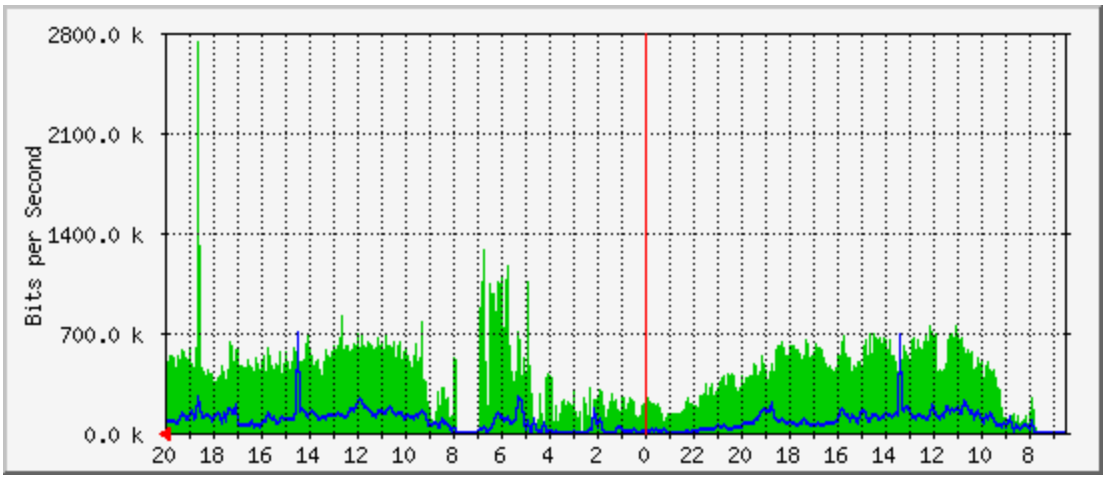


Fig. 4.10 Gráfica del tráfico del Nodo CUICA-CIAM
Fuente: http://webpages.ucol.mx

Máx Entrante: 2752.6 kb/s (2.8%) Promedio Entrante: 449.7 kb/s (0.4%) Actual Entrante: 458.2 kb/s (0.5%) Máx Saliente: 702.1 kb/s (0.7%) Promedio Saliente: 92.0 kb/s (0.1%) Actual Saliente: 42.3 kb/s (0.0%)

Descripción

La línea azul en la gráfica significa la cantidad de información expresada en Kbps que el nodo está solicitando y la línea verde la cantidad de información en Mbps que está recibiendo.

Este nodo cuenta con 22 computadoras, y soporta cuatro nodos secundarios con 213 computadoras, haciendo una aproximación de 235 computadoras conectadas en red y utilizan el nodo de la Biblioteca de Humanidades para conectarse al Backbone principal.

Observación

En esta gráfica nos podemos dar cuenta que el enlace de Fast Ethernet que tiene este nodo hacia el nodo principal, no se utiliza ni al 25 porciento, por lo que concluimos que este enlace no tendrá problemas para las aplicaciones de I2.

Nodo de Biblioteca de Ciencias Agropecuarias (Tecomán)

Estadísticas actualizadas el Viernes 28 de Septiembre de 2001 a las 18:00

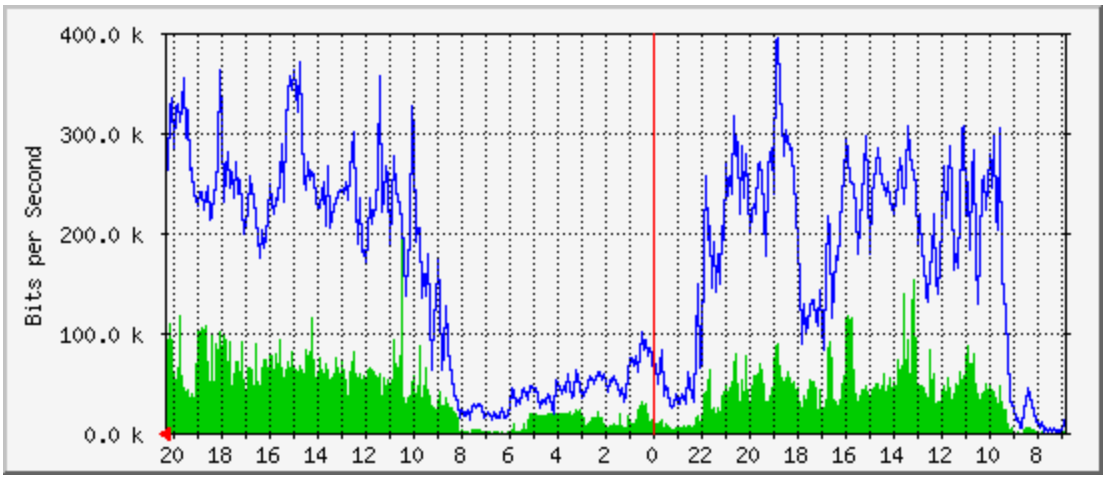


Fig. 4.11 Gráfica del tráfico del Nodo Biblioteca de Ciencias Agropecuarias

Fuente: http://webpages.ucol.mx

Máx Entrante: 212.5 kb/s (41.5%) Promedio Entrante: 44.9 kb/s (8.6%) Actual Entrante: 82.3 kb/s (16.1%)

Máx Saliente: 394.8 kb/s (77.1%) Promedio Saliente: 168.1 kb/s (32.9%) Actual Saliente: 211.2 kb/s (41.3%)

Descripción

La línea azul en la gráfica significa la cantidad de información expresada en Kbps que el nodo está recibiendo y la línea verde la cantidad de información en Kbps que está solicitando.

Este nodo cuenta con 16 computadoras conectadas al Backbone, y soporta cinco nodos secundarios con 133 computadoras, haciendo una aproximación de 149 computadoras en red que utilizan este enlace.

Observación

En esta gráfica nos podemos dar cuenta que el enlace serial de 512 Kbps que tiene el nodo de Tecomán hacia el nodo principal, se utiliza al 90 porciento, por lo que concluimos que este enlace tendrá problemas para las aplicaciones de I2.

Nodo Biblioteca de Ciencias Marinas (Manzanillo)

Estadísticas actualizadas el Viernes 28 de Septiembre de 2001 a las 18:00

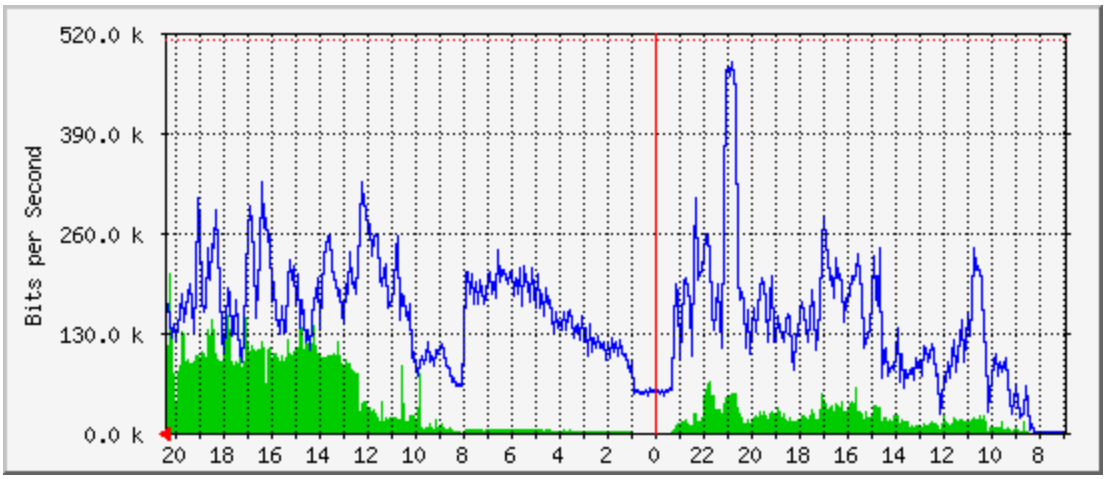


Fig. 4.12 Gráfica del tráfico del Nodo Biblioteca de Ciencias Marinas

Fuente: http://webpages.ucol.mx

Máx Entrante: 209.8 kb/s (41.6%) Promedio Entrante: 36.7 kb/s (7.1%) Actual Entrante: 94.0 kb/s (18.7%)

Máx Saliente: 481.9 kb/s (94.9%) Promedio Saliente: 150.5 kb/s (29.4%) Actual Saliente: 148.2 kb/s (29.3%)

Descripción

La línea azul en la gráfica significa la cantidad de información expresada en Kbps que el nodo está recibiendo y la línea verde la cantidad de información en Kbps que está solicitando.

Este nodo cuenta con 20 computadoras conectadas al Backbone, y soporta cuatro nodos secundarios con 116 computadoras, haciendo una aproximación de 136 computadoras en red que utilizan este enlace.

Observación

En esta gráfica nos podemos dar cuenta que el enlace serial de 512 Kbps que tiene el nodo de Tecomán hacia el nodo principal, no se utiliza ni al 45 porciento, por lo que concluimos que este enlace en corto tiempo tendrá problemas las aplicaciones de I2.

4.5 Pruebas de desempeño

Para las pruebas de desempeño de los nodos involucrados, se realizaron dos actividades: la transmisión de un archivo, y el intercambio de aplicaciones multimedia (video y audio), con el fin de estar más seguros de la calidad, capacidad y utilización del Backbone, la primer prueba no

es una aplicación de I2, pero sirve para demostrar la velocidad de la red con una simple aplicación. Las gráficas arrojadas por el MRTG que ya fueron expuestas indican que los nodos principales y secundarios que componen el Backbone no tienen problemas de saturación por el ancho de banda, excepto Tecomán y Manzanillo.

Prueba de transferencia de archivo

Para realizar esta prueba se instaló en una computadora ubicada en la DiGeSeT el archivo "cartel.jpg" de 17 MB, posteriormente se procedió a compartir la computadora, para que los demás nodos pudieran extraer el archivo, y así verificar el tiempo de descarga. Los resultados se pueden ver en la siguiente tabla.

Nodo	Nombre del archivo	Tamaño de archivo	Duración de transferencia
Cenedic	Cartelf.jpg	17 Mb	20 segundos
Biblioteca de Medicina	Cartelf.jpg	17 Mb	44 segundos
Biblioteca de las ciencias	Cartelf.jpg	17 Mb	25 segundos
Biblioteca de ciencias sociales	Cartelf.jpg	17 Mb	32 segundos
Villa de Álvarez	Cartelf.jpg	17 Mb	2.37 minutos
Coquimatlán	Cartelf.jpg	17 Mb	2.54 minutos
Tecomán	Cartelf.jpg	17 Mb	6.78 minutos
Manzanillo	Cartelf.jpg	17 Mb	9.23 minutos

Tabla 4.1 Duración de la transferencia.

En los nodos que no forman parte del Backbone principal como Villa de Álvarez y Coquimatlán, la velocidad de transmisión es más lenta ya que es tecnología Fast Ethernet y además se encuentran a una distancia considerable del nodo principal. Pero aun así la velocidad es muy aceptable y su ocupación de ancho de banda no supera el 15%.

Por su parte, los nodos Tecomán y Manzanillo son los más lentos en cuanto a la velocidad de transmisión en el enlace con el nodo principal, esto se debe a la distancia, a la calidad del medio físico que utilizan (cobre), y a la cantidad de ancho de banda que tienen

asignados, esto propicia que en muchas ocasiones los enlaces lleguen a ocuparse hasta un 100%.

Nota: Es importante señalar las pruebas con este archivo, es para darnos una idea del rendimiento de los nodos principales y de los nodos secundarios como Villa de Alvarez, Coquimatlán, Tecomán y Manzanillo con una sencilla prueba de transferencia de archivo. Esta prueba también sirvió para verificar si efectivamente los enlaces estaban funcionando.

Prueba de transmisión de video

Esta prueba se dividió en varias etapas

- Conseguir el video
- Aplicarle un formato de compresión de video
- Instalarlo en un servidor de vídeo
- Dar privilegios al servidor para su visualización
- Realizar las pruebas de visualización y rapidez en los diferentes nodos

Para realizar esta prueba se consiguió el archivo “cinepackaudio.avi” y se instaló en el servidor de video del Windows 2000 Server perteneciente a la Digeset. Este archivo tenía inicialmente un tamaño de 237 MB y cuando fue procesado por el Windows Media Codec (programa del Windows 2000 Server) se redujo de tamaño a solo 3.64 MB. Para su rápida ejecución se le cambio el nombre a “demo.asf”. El proceso de ejecución del video en los nodos fue muy simple, solo bastaba con abrir el Windows Media Player (programa perteneciente al Windows) y del menú escoger la opción abrir, y luego escribir la siguiente sintaxis:
mms://148.213.1.16/demo.asf. A continuación se presentan los resultados de las prueba que se realizaron.

Nodo Cenedic

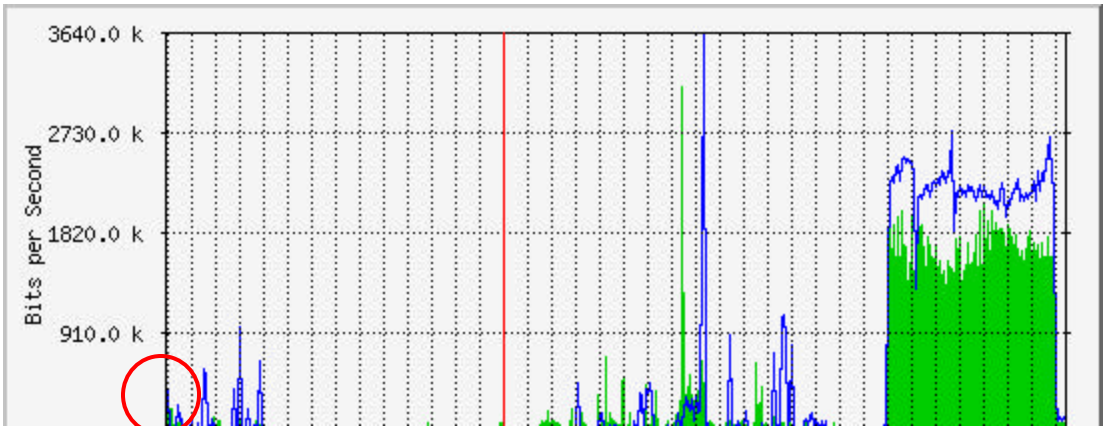


Fig. 4.13 Gráfica de las pruebas del Nodo Cenedic

Máx Entrante: 3164.5 kb/s (0.3%) Promedio Entrante: 384.4 kb/s (0.0%) Actual Entrante: 226.0 kb/s (0.2%)

La primera línea verde encerrada por el círculo rojo es la cantidad de ancho de banda que es utilizado por el enlace de Cenedic con Digeset durante la prueba de video y la línea azul es la cantidad de información que se genera por la petición del video que Cenedic realiza al servidor (148.213.1.16).

Como podemos ver en línea verde marcada con el círculo, el porcentaje máximo de utilización del enlace fue de 0.2 %. Estas pruebas fueron realizadas el día Lunes 15 de Octubre a las 12:30 PM del 2001.

Características de la prueba:
Video: calvillo.asf
Programa de reproducción Windows Media Player
Servidor: 148.213.1.16
Tiempo de carga: 5 segundos
Calidad: Excelente
Tamaño del video: 3.46 MB
Duración: 4:46 segundos
No. de computadoras que realizaron las pruebas: 6

Conclusión: El enlace Digeset a Cenedic no presenta ningún problema de ancho de banda en la transmisión de video y de otras aplicaciones.

Nodo de Biblioteca de Ciencias Sociales

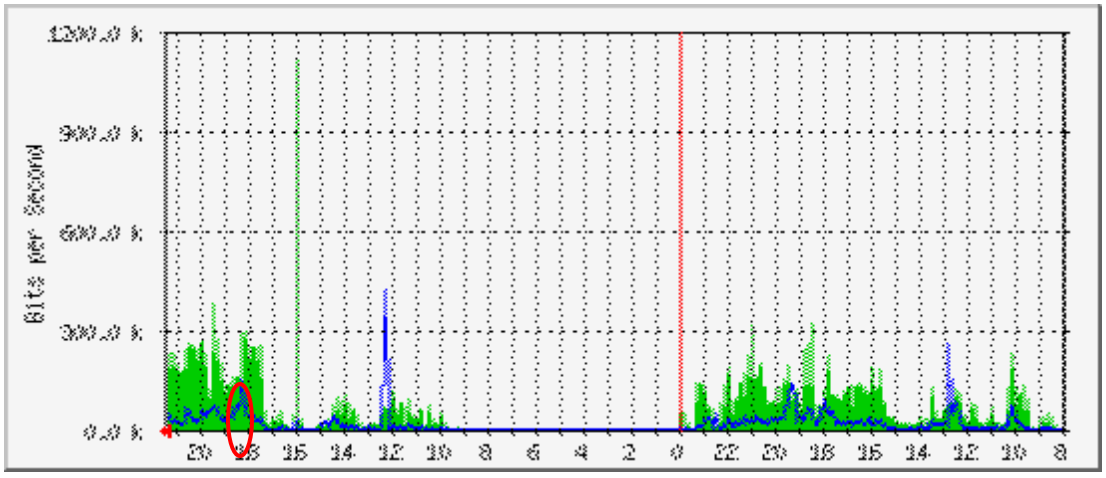


Fig. 4.14 Gráfica de las pruebas del Nodo de Biblioteca de Sociales

Máx Entrante:1121.8 kb/s (0.1%) Promedio Entrante: 72.3 kb/s (0.0%) Actual Entrante: 210.7 kb/s(0.0%)

La línea verde encerrada por el círculo rojo es la cantidad de ancho de banda que es utilizado por el enlace de la Biblioteca de Sociales con DiGeSeT durante la prueba de video, y la línea azul es la cantidad de información que se genera por la petición del video que Cenedic realiza al servidor (148.213.1.16).

Como podemos ver en línea verde marcada con el círculo, el porcentaje máximo de utilización del enlace es tan bajo que marca el 0.0 % (apenas son 210.7 Kbps.) Estas pruebas fueron realizadas el día Martes 23 de Octubre a las 11:30 AM del 2001.

Características de la prueba:
Video: calvillo.asf
Programa de reproducción Windows Media Player
Servidor: 148.213.1.16
Tiempo de carga: 5.2 segundos
Calidad: Excelente
Tamaño del video: 3.46 MB
Duración: 4:46 segundos
No. de computadoras que realizaron las pruebas: 5

Conclusión: El enlace de DiGeSeT a la Biblioteca de Sociales no presenta ningún problema de ancho de banda por la transmisión de video y de otras aplicaciones.

Nodo de la Biblioteca de la Salud

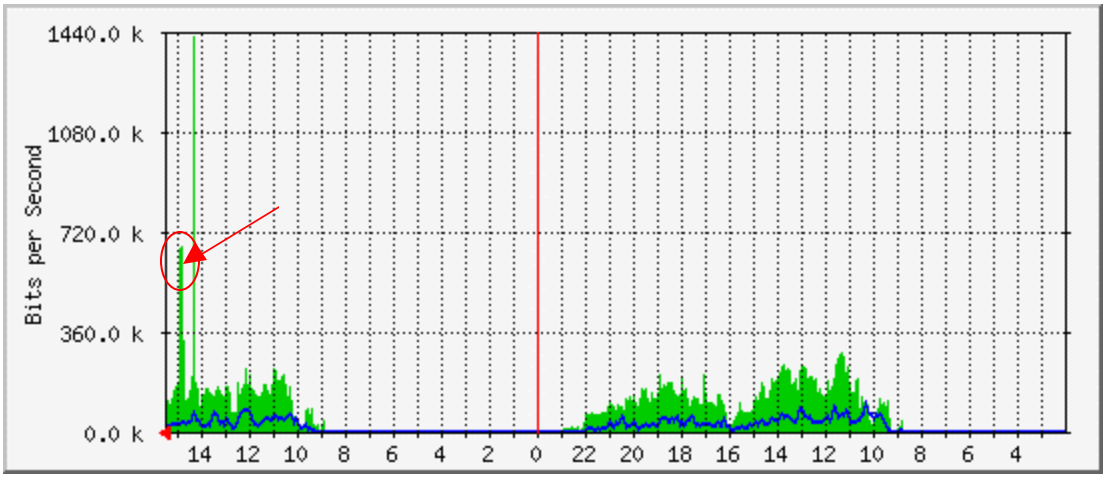


Fig. 4.15 Gráfica de las pruebas del Nodo de la Biblioteca de la Salud

Máx Entrante: 1431.0 kb/s (0.1%) Promedio Entrante: 75.8 kb/s (0.0%) Actual Entrante: 671.2 kb/s (0.1%)

La primera línea verde encerrada por el círculo rojo es la cantidad de ancho de banda que es utilizado por el enlace de la Biblioteca de Ciencias de la Salud con DiGeSeT durante la prueba de video, y la línea azul es la cantidad de información que se genera por la petición del video que Cenedic realiza al servidor (148.213.1.16).

Como podemos ver en línea verde marcada por el círculo, el porcentaje máximo de utilización del enlace fue de 0.1 %. Estas pruebas fueron realizadas el día Jueves 18 de Octubre a las 1:42 PM del 2001.

Características de la prueba:
Video: calvillo.asf
Programa de reproducción Windows Media Player
Servidor: 148.213.1.16
Tiempo de carga: 4.5 seg.
Calidad: Excelente
Tamaño del video: 3.46 MB
Duración: 4:46 segundos
Número de computadoras que realizaron las pruebas: 6

Conclusión: El enlace DiGeSeT a la Biblioteca de la Salud, no presenta ningún problema de ancho de banda por la transmisión de vídeo y de otras aplicaciones.

Nodo de la Biblioteca de las Ciencias

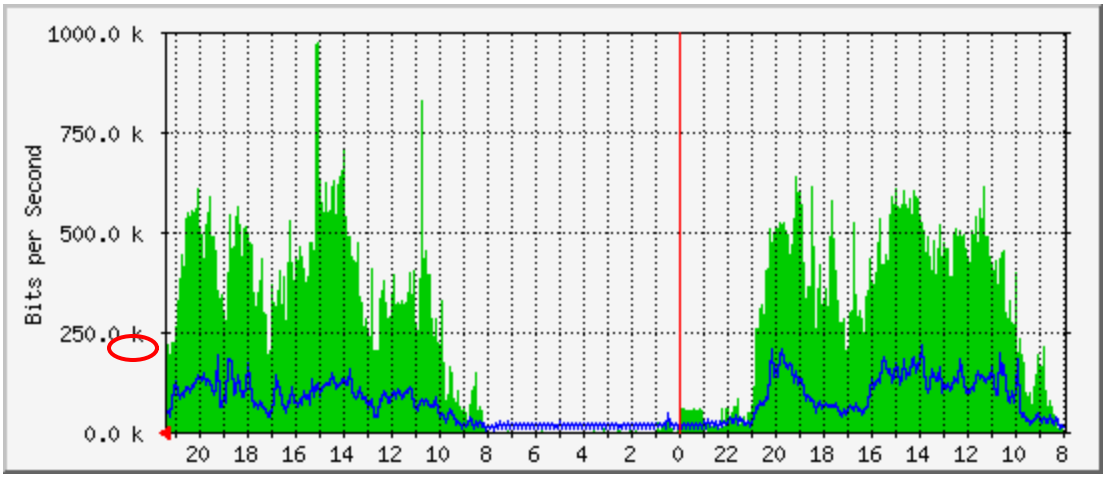


Fig. 4.16 Gráfica de las pruebas del Nodo de la Biblioteca de las Ciencias

Max In: 975.9 kb/s (0.1%) Average In 274.7 kb/s (0.0%) Current In 198.5 kb/s (0.1%)

La primera línea verde encerrada por el círculo rojo es la cantidad de ancho de banda que es utilizado por el enlace de la Biblioteca de Ciencias con DiGeSeT durante la prueba de video, y la línea azul es la cantidad de información que se genera por la petición del video que la biblioteca realiza al servidor (148.213.1.16).

Como podemos ver en línea verde marcada por el círculo, el porcentaje máximo de utilización del enlace fue de 0.1 %. Estas pruebas fueron realizadas el día Jueves 18 de Octubre a las 6:15 PM del 2001.

Características de la prueba:
Video: calvillo.asf
Programa de reproducción Windows Media Player
Servidor: 148.213.1.16
Tiempo de carga: 5 segundos
Calidad: Excelente
Tamaño del video: 3.46 MB
Duración: 4.46 minutos
No. de computadoras que realizaron las pruebas: 12

Conclusión: El enlace DiGeSeT a la Biblioteca de Ciencias, no presentó ningún problema de ancho de banda por la transmisión del video y de otras aplicaciones.

Nodo de Medios Didácticos

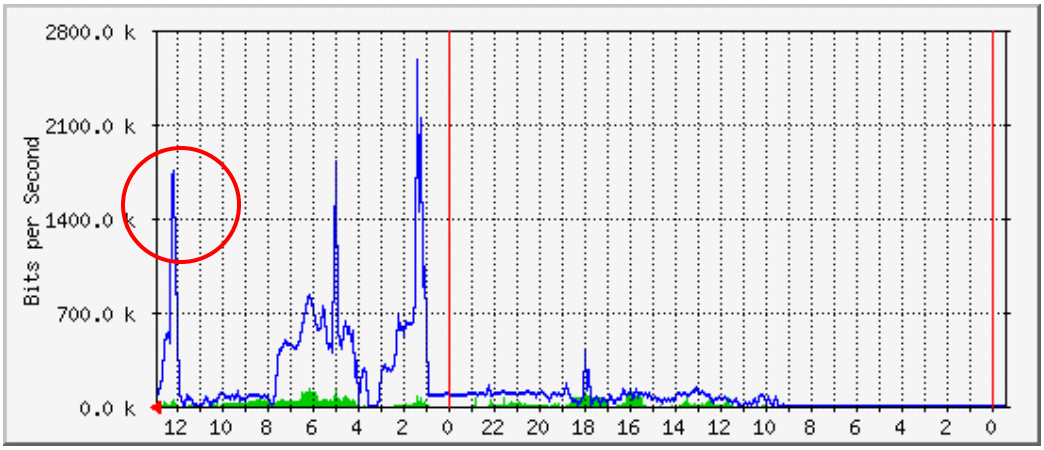


Fig. 4.17 Gráfica de las pruebas Nodo de Medios Didácticos

Máx Saliente: 2579.7 Kb/s (2.6%) Promedio Saliente: 156.7 kb/s (0.2%) Actual Saliente: 229.2 kb/s (0.2%).

La línea azul encerrada en el círculo rojo, es la cantidad de ancho de banda que es utilizado por el enlace de Medios con DiGeSeT durante la prueba de video, y la línea verde es la cantidad de información que se genera por la petición del video que Medios realiza al servidor (148.213.1.16).

Como podemos ver en línea azul marcada por el círculo, el porcentaje máximo de utilización del enlace fue de 0.2 %. Estas prueba fueron realizadas el día Lunes 15 de Octubre a las 11:30 PM del 2001.

Características de la prueba:
Video: calvillo.asf
Programa de reproducción Windows Media Player
Servidor: 148.213.1.16
Tiempo de carga: 6 segundos
Calidad: muy buena
Tamaño del video: 3.46 MB
Duración: 4:46 segundos
Número de computadoras que realizaron las pruebas: 5

Conclusión: El enlace DiGeSeT a Medios Didácticos no presenta ningún problema de ancho de banda por la transmisión de video y de otras aplicaciones.

Nodo de la Biblioteca de Humanidades

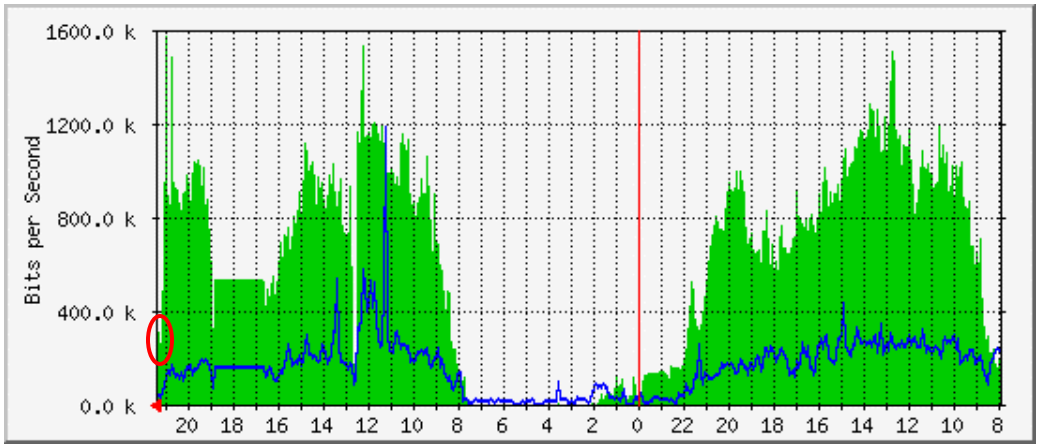


Fig. 4.18 Gráfica de las pruebas del Nodo de la Biblioteca de Humanidades

Máx Entrante: 1582.9 kb/s (1.6%) Promedio Entrante614.8 kb/s (0.6%) Actual Entrante: 311.6 kb/s (0.3%)

La primera línea verde encerrada por el círculo rojo es la cantidad de ancho de banda que es utilizado por el enlace de la Biblioteca de Humanidades con DiGeSeT durante la prueba de video, y la línea azul es la cantidad de información que se genera por la petición del video que la biblioteca realiza al servidor (148.213.1.16).

Como podemos ver en línea verde marcada por el círculo, el porcentaje máximo de utilización del enlace fue de 0.3 %. Estas pruebas fueron realizadas el día Martes 23 de Octubre a las 4:15 PM del 2001.

Características de la prueba:
Video: calvillo.asf
Programa de reproducción Windows Media Player
Servidor: 148.213.1.16 (DiGeSeT)
Tiempo de carga: 5.8 segundos
Calidad: Excelente
Tamaño del video: 3.46 MB
Duración: 4.46 minutos
No. de computadoras que realizaron las pruebas: 6

Conclusión: El enlace DiGeSeT a la Biblioteca de Humanidades, no presentó ningún problema de ancho de banda por la transmisión del video y de otras aplicaciones.

Nodo CUICA-CIAM

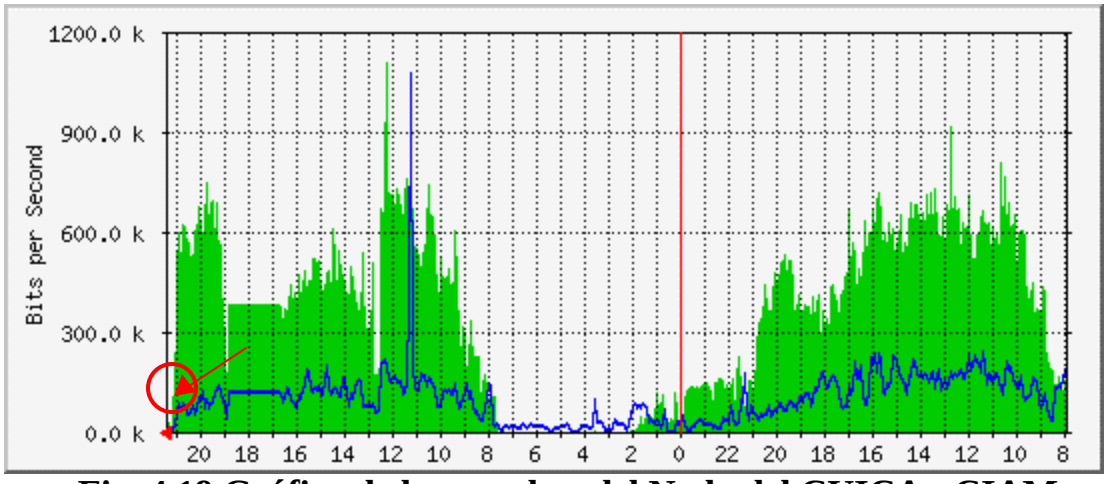


Fig. 4.19 Gráfica de las pruebas del Nodo del CUICA - CIAM

Máx Entrante: 1115.1 kb/s (1.1%) Promedio Entrante: 362.8 kb/s (0.4%) Actual Entrante: 88.6 kb/s (0.1%) Máx

La primera línea verde encerrada por el círculo rojo es la cantidad de ancho de banda que es utilizado por el enlace de la Biblioteca de CUICA-CIAM con DiGeSeT durante la prueba de video, y la línea azul es la cantidad de información que se genera por la petición del video que la biblioteca realiza al servidor (148.213.1.16).

Como podemos ver en línea verde marcada por el círculo, el porcentaje máximo de utilización del enlace fue de 0.1 %. Estas pruebas fueron realizadas el día Martes 23 de Octubre a las 5:25 PM del 2001.

Características de la prueba:
Video: calvillo.asf
Programa de reproducción Windows Media Player
Servidor: 148.213.1.16 (DiGeSeT)
Tiempo de carga: 6.1 segundos
Calidad: muy buena
Tamaño del video:3.64 MB
Duración: 4.46 minutos
No. de computadoras que realizaron las pruebas: 5

Conclusión: El enlace DiGeSeT al CUICA-CIAM, no presentó ningún problema de ancho de banda por la transmisión del video y de otras aplicaciones.

Nodo de la Biblioteca de Ciencias Agropecuarias

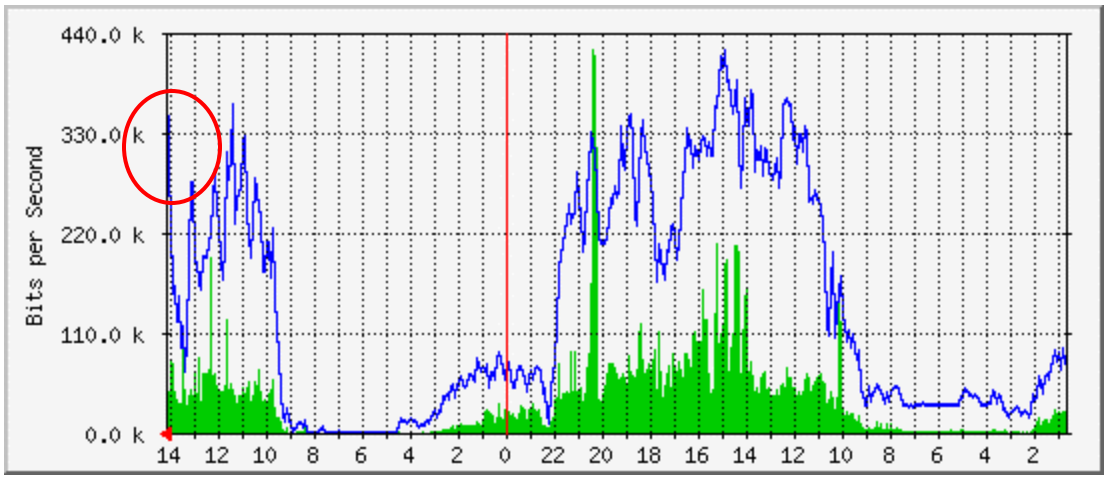


Fig. 4.20 Gráfica de las pruebas del Nodo de la Bib. de Ciencias Agropecuarias

Máx Saliente: 434.3 kb/s (84.8%) Promedio Saliente: 146.0 kb/s (28.5%) Actual Saliente: 411.4 kb/s (80.3%)

La línea azul encerrada en el círculo rojo, es la cantidad de ancho de banda que es utilizado por el enlace de la Biblioteca de Ciencias Agropecuarias con DiGeSeT, y la línea verde es la cantidad de información que se genera por la petición del video que Medios realiza al servidor (148.213.1.16).

Como podemos ver en línea azul marcada por el círculo, el porcentaje máximo de utilización del enlace fue de 80.3 %. Estas pruebas fueron realizadas el día Miércoles 17 de Octubre a las 1:10 PM del 2001.

Características de la prueba:

Video: calvillo.asf
Programa de reproducción Windows Media Player
Servidor: 148.213.1.16 (DiGeSeT)
Tiempo de carga: 7 minutos
Calidad: buena
Tamaño del video: 3.46 MB
Duración: 4:46 segundos
Número de computadoras que realizaron las pruebas: 5

Conclusión: El enlace de DiGeSeT a la Biblioteca de Ciencias Agropecuarias, si presenta problemas en su ancho de banda por la transmisión de video y de otras aplicaciones, ya que si se hubieran empleado otras computadoras se hubiera saturado el enlace.

Nodo de la Biblioteca de Ciencias del Mar

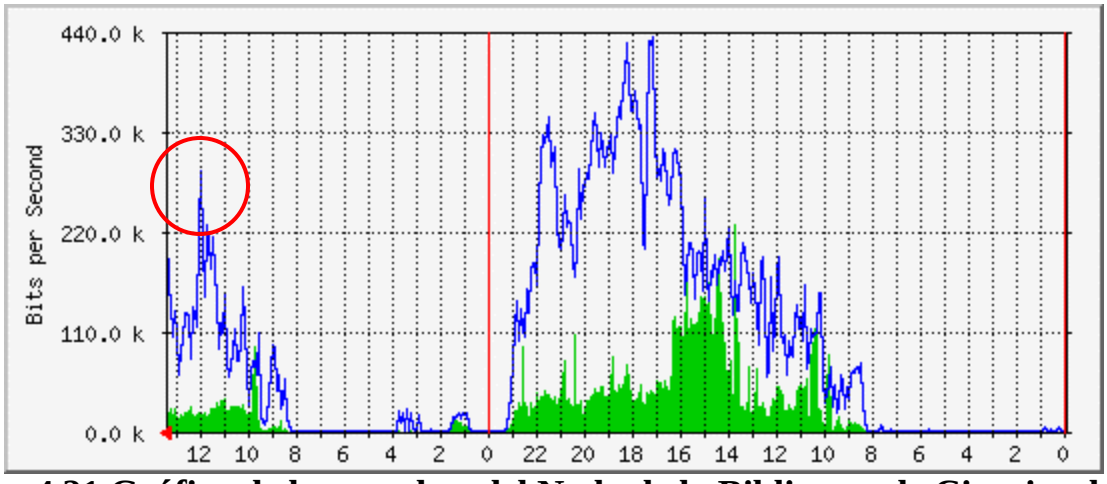


Fig. 4.21 Gráfica de las pruebas del Nodo de la Biblioteca de Ciencias del Mar

Máx Saliente: 435.2 kb/s (85.0%) Promedio Saliente: 98.4 kb/s (19.2%) Actual Saliente: 247.8 kb/s (61.5%)

La línea azul encerrada por el círculo rojo es la cantidad de ancho de banda que es utilizado por el enlace de Manzanillo con DiGeSeT, y la línea verde es la cantidad de información que se genera por la petición del video que Medios realiza al servidor (148.213.1.16).

Como podemos ver en línea azul marcada por el círculo, el porcentaje máximo de utilización del enlace fue de 61.5 %. Estas pruebas fueron realizadas el día Martes 16 de Octubre a las 12:30 PM del 2001.

Características de la prueba:

Video: calvillo.asf
Programa de reproducción Windows Media Player
Servidor: 148.213.1.16 (DiGeSeT)
Tiempo de carga: 4 minutos
Calidad: buena
Tamaño del video: 3.46 MB
Duración: 4:46 segundos
Número de computadoras que realizaron las pruebas: 3

Conclusión: El enlace de DiGeSeT a la Biblioteca de Ciencias del Mar, si presenta problemas en su ancho de banda por la transmisión de video y de otras aplicaciones, ya que si se hubieran empleado otras computadoras se hubiera saturado el enlace.

4.6 Aplicaciones universitarias en desarrollo

La Universidad de Colima se ha distinguido en la zona Centro Occidente por ser pionera en el uso de las tecnologías de información en beneficio de la educación, últimamente la comunidad universitaria ha desarrollado software con presencia mundial que ha innovado el proceso de la consulta de información bibliotecaria, también en aplicaciones de educación a distancia y en la creación de un espacio de aprendizaje donde converge la tecnología con los alumnos y docentes en el proceso de enseñanza - aprendizaje.

De acuerdo a la CGSTI, podemos decir que las aplicaciones más fuertes que se están desarrollando en nuestra universidad y que en un futuro pueden llegar a convertirse en aplicaciones para Internet2, son:

- **Biblioteca Digital**
- **Educación a distancia**
- **Laboratorios de realidad virtual**

Biblioteca digital

Para comenzar diremos que en la actualidad gracias a la informática se abren nuevas opciones para la educación permitiendo integrar tecnología en las instituciones y espacios electrónicos (chats, Web etc.) como apoyo para las reuniones y el fomento a la participación de los estudiantes. Cuando se unen elementos como redes informáticas, Internet, software, hardware, recurso humano, la literatura, el proceso de catalogación y la informática dan como resultado una Biblioteca Digital. Según Gladney, (1994) "Una biblioteca digital consiste en un equipo de cómputo, almacenamiento y comunicaciones digitales, junto con el software y contenidos necesarios para reproducir, emular y extender los servicios provistos por las bibliotecas convencionales. Una biblioteca digital debe proporcionar todos los servicios de las bibliotecas tradicionales (como recolección, catalogación, búsqueda y diseminación de la información) así como explotar las ventajas del medio digital".

Otra definición presentada por Fox y Lunnin (1993), definen una biblioteca digital como "una tecnología de ambiente distribuido la cual reduce dramáticamente las barreras de la creación, diseminación, manipulación, almacenamiento, integración y reutilización de la información por individuos y grupos".

Recordemos que en Internet existe un gran volumen de información de cualquier tema y que está al alcance de un gran número de usuarios, pero ésta gran cantidad de información tiene una gran debilidad ya que no está depurada ni catalogada y además podría perderse o desaparecer si el autor decide quitarla o cambiarla sin dejar ningún aviso o rastro. Y para evitar estos problemas surgen las bibliotecas digitales.

Según la Coordinación General de Servicios Bibliotecarios (DGSB), los servicios bibliotecarios en la universidad tienen su origen el 3 de marzo de 1965, con la integración de un acervo que más tarde conformó la biblioteca central y de la cual se desprendieron las instituciones como Redes, Cenedic, Biblioteca de las ciencias etc. Con el objeto de alentar la creación de una adecuada infraestructura de apoyo bibliotecario, el 1° de agosto de 1983, entra en vigor el Acuerdo de Rectoría número 11, para crear la Dirección General de Desarrollo Bibliotecario (DGSB), contemplando las siguientes líneas de acción:

1. Dotar a la Universidad de la infraestructura técnica para la sistematización de información bibliográfica, hemerográfica y documental.
2. Satisfacer necesidades bibliográficas de educación y posgrado.
3. Satisfacer las necesidades bibliográficas y documentales de la investigación científica.

Actualmente las bibliotecas que componen la Dirección General de Servicios Bibliotecarios son siete y se encuentra esparcidas en los diversos campus de la universidad. Ver figura 4.4

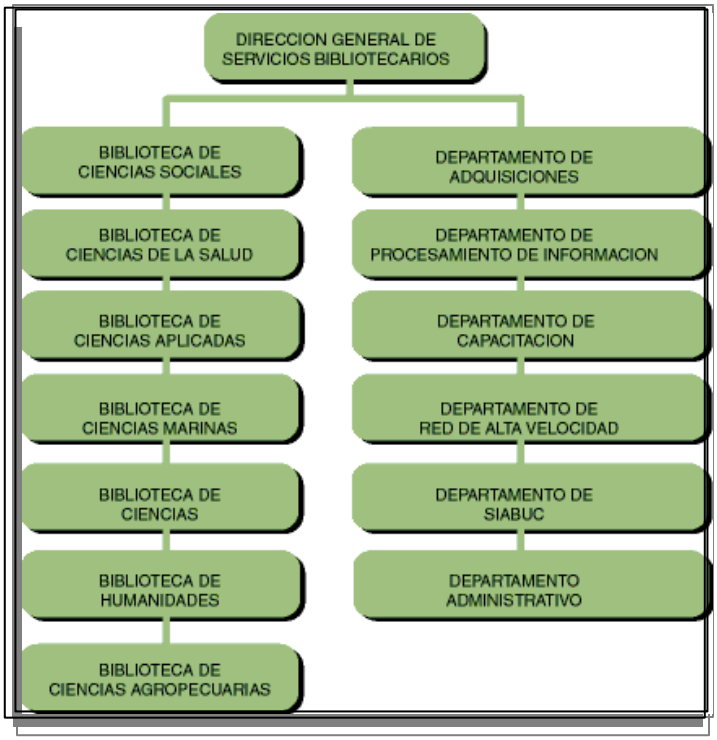


Fig. 4.22 Organigrama de la Dirección General de Servicios Bibliotecarios

Las primeras versiones de una biblioteca digital nacieron del SIABUC (Sistema Integral Automatizado de Bibliotecas de la Universidad de Colima). El SIABUC es un software que permite agilizar el procesamiento y control de la información bibliográfica buscando utilizar los avances tecnológicos. Este software administrador de bibliotecas funciona en microcomputadoras IBM compatibles. El SIABUC permite a los usuarios de las bibliotecas buscar un libro ya sea por nombre, autor, o tema en forma electrónica y en todas las bibliotecas de la universidad. Este sistema propició que en 1989, la SESIC se interesara por trasladar al ámbito nacional un “Sistema Nacional de Información para las Instituciones de Educación Superior en México”, dentro

del marco de modernización educativa. Desde entonces la Universidad de Colima se ha convertido en una especialista en el tema de bibliotecas.

Como se mencionó anteriormente el proyecto de biblioteca digital surgió de los primeros esfuerzos creados para la sistematización de la información como el SIABUC y Microisis. Pero para que quede mejor entendido el término de biblioteca digital a continuación mencionaremos lo que significa y el rumbo que lleva en nuestra institución.

El proyecto de Biblioteca digital de la Universidad de Colima, ha tenido que pasar por grandes cambios desde la consulta tradicional hasta la consulta por medios digitales. Podemos decir que las aplicaciones que en la biblioteca digital se están dando y que en su momento se unirán para formar la biblioteca digital central son: la adquisición de bases de datos por suscripción (EBSCO, OPAC etc.), de la empresa EBSCO Information Services de los Estados Unidos, que consiste en una interface Web la cual permite el acceso a más de 2000 títulos de revistas en texto completo y más de 4000 con índices y resúmenes, esta base de datos incluye 5 grandes campos: Academic Search Elite, Businnes Source Premier, Health Source Plus, USP DI Volumen II Advice for de patient y Clinical Reference System.

Otra aplicación es también la creación del software "Biblioteca siglo XXI" que es un programa de autoaprendizaje realizado por la Dirección General de Servicios Bibliotecarios y el Centro Universitario de Medios didácticos, con el objetivo de ofrecer a través de este software el desarrollo de destrezas y habilidades para el manejo de información científica y académica disponible en las siete bibliotecas de la universidad.

Dentro de los servicios que se pretende tenga la biblioteca digital es la digitalización de tesis de posgrado como acervo cultural, así como las publicaciones que realicen los centros y facultades de nuestra universidad por los investigadores y alumnos.

Las biblioteca digital estará integrada por imágenes, audio, texto, gráficas, ligas etc. lo cual demandará un gran ancho de banda en sus enlaces, dentro de las funciones básicas que se tienen proyectadas para ello son:

- Acceso a documentos independientemente del espacio y el tiempo
- Combinación de documentos en diversos archivos digitales y clásicos
- Búsqueda de documentos e informaciones no digitalizadas en base a motores de búsqueda digitales como la OPAC
- Combinación de los procesos de información y comunicación.
- Creación de grupos de intereses culturales, científicos, políticos etc. basados en técnicas digitales.
- Creación de nuevos espacio de aprendizaje con grandes volúmenes de información organizada bajo los estándares internacionales.

Los expertos en el tema de biblioteca de la universidad estiman que para diciembre del 2002, se tendrá un modelo de biblioteca digital con los servicios mencionados anteriormente y otros más que sean demandados por la comunidad universitaria.

Educación a distancia

Antes de conocer el proyecto de Educación a Distancia en nuestra universidad vamos a definirla de acuerdo a Tiffin y Rajasingham como el proceso de comunicación bidireccional que puede ser individual o masivo y que pretende sustituir la presencia física del profesor y del alumno en el aula.

Los rasgos más sobresalientes que tiene la educación a distancia son:

- Separación física del profesor-alumno

- Utilización de medios físicos
- Organización de apoyo tutoría
- Aprendizaje independiente
- Comunicación bidireccional
- Enfoque tecnológico
- Comunicación masiva (Tiffin y Rajasingham:1996).

La educación a distancia vio sus primeros inicios con las clases o cursos que la gente tomaba por medio del correo postal, donde por medio de cartas enviaban y recibían información. Después apareció la radio como un esfuerzo para tratar de educar a las masas a un bajo costo. En ese tiempo, la comunicación presenció un gran desarrollo tecnológico y la radio podía ser interactiva debido a que los alumnos podían usar el teléfono.

Tiempo después apareció la televisión con programas educativos para seguir con la educación masiva, este sistema no dio gran resultado, ya que solo pudieron sobrevivir programas como plaza sésamo y otros desarrollados por la UNAM. Los avances tecnológicos en la comunicación inalámbrica dieron la posibilidad de que apareciera la televisión educativa en zonas marginadas por la urbanización, la tecnología y la educación, en la cual los alumnos podían tener la posibilidad de aprender por medio de una televisión teniendo imágenes, audio y texto transmitidos vía satélite y ayudados por un maestro.

Según García Aretio, unos estudios realizados demuestran que la modalidad educativa a distancia funciona mejor en las personas adultas, ya que son más autodidactas, organizados y consientes de la situación en que están. Es por eso que en muchos posgrados la educación a distancia es una solución ideal para evitar elevados costos (García:1998).

Algunas de las ventajas que encontramos en la Educación a Distancia son:

- La apertura.- se reducen barreras y requisitos de acceso al curso
- Flexibilidad.- se puede combinar el estudio con el trabajo
- Eficacia.- el estudiante se convierte en el centro principal del aprendizaje

Así como tenemos ventajas también tenemos desventajas como

- *Procesos de evaluación no muy confiables*
- *Hay mucha desertación.*
- *Se depende mucho de la tecnología.*
- *En ocasiones la interacción entre el maestro y alumno es lenta y desesperante (Cfr. Tiffin y Rajasingham; Op.cit.).*

Según Tiffin y Rajasingham hoy gracias a los avances en las telecomunicaciones y a la velocidad de los enlaces se mejora la educación a distancia en un 1000% volviéndose más atractiva y de mejor la calidad, dando mayor éxito al proceso enseñanza-aprendizaje incorporando tecnología de multimedia, hipermedia, en enlaces síncronos y asíncronos. En la Educación a distancia los estudiantes e investigadores podrán entrar a Universidades Virtuales (UV) para tomar una o dos clases que no son posibles tomar en nuestra universidad **(**Tiffin y Rajasingham:1996).

El papel de la pedagogía en la Educación a distancia cambiará de un esquema de enseñanza tradicional a un esquema de colaboración y participación donde el rol del maestro y del alumno no será el mismo. Con la Educación a distancia será posible la videoconferencia con mayor ancho de banda y alta calidad de vídeo y audio. La incorporación de protocolos como QoS (calidad y servicio) e Ipv6 (Internet Protocolo versión 6) los cuales aseguran una transmisión rápida, de calidad y mucho mejor que la que tenemos ahora.

Principios de educación a distancia en la Universidad de Colima

De acuerdo con la DiGeSeT, la educación a distancia en la Universidad de Colima se remonta hasta 1995, cuando en ese entonces el rector el Lic. Fernando Moreno Peña, acepta la invitación de conectarse a la UNAM por videoconferencia. En ese tiempo la instancia encargada del proyecto era la Coordinación General de Tecnologías de Información a cargo del Licenciado Victorico Rodríguez, quién designó al M.C. Raymundo Buenrostro como responsable del proyecto "Videoconferencia" quien a su vez designó al Ingeniero José Francisco Maraveles como responsable.

El equipo para videoconferencia era de la marca Vitel, constaba de dos televisores, una cámara de videoconferencia, una cámara de documentos la cual podía proyectar documentos escritos a través de la videoconferencia, una computadora con procesador Pentium con 64 MB en RAM y con tarjetas de compresión de audio y video. Este equipo también incluía dos micrófonos de ambiente omnidireccionales y un tablero de control para el operador, su compra se realizó en México a la Empresa Vextro.

Para el sistema de videoconferencia se contaba con un enlace de cobre "coaxial" rentado por la empresa Telmex, y que permitía llegar al nodo principal de la UNAM a una velocidad de 384 Kbps utilizando en protocolo de videoconferencia H320. Con este enlace la Universidad de Colima perteneció a una red de videoconferencia a nivel nacional en donde la UNAM fungía como el nodo central de la red. En aquel tiempo la red de videoconferencia estaba formada por la UNAM, la Universidad Veracruzana, la Universidad de Querétaro, la Universidad de Colima y la Universidad de San Diego en los Estados Unidos. Cabe mencionar que por este servicio de videoconferencia la se pagaba una renta mensual a Telmex así como también una cuota anual a la UNAM.

El procedimiento que se realizaba para contar con este servicio consistía en que la UNAM mandaba a todos los integrantes de la red, las videoconferencias que tenían proyectadas en el mes, y si alguien se interesaba se inscribía y se conectaba a la UNAM el día de la

conferencia. La principal actividad que se hacía a través de la videoconferencia era solo de conferencias desarrolladas por expertos en las áreas de medicina, contabilidad y economía. El uso máximo por este servicio fue de 5 a 12 videoconferencias en un mes.

Desgraciadamente debido al costo – beneficio negativo que estaba experimentando la Universidad de Colima, al poco interés de la comunidad universitaria, y también a la falta de un programa y de instalaciones adecuadas, se vio la necesidad de cancelar este servicio. Pero dentro de las cosas positivas y que quedan para la historia es que fuimos testigos de la unión de tres grandes redes de videoconferencia la UNAM, IPN y la UAM teniendo así una red completa de videoconferencia en todo el país de la cual nuestra universidad formaba parte.

De 1998, a la fecha, la educación a distancia ha tomando un impulso y cada vez más gente la está considerando como una nueva modalidad educativa, los maestros de nuestra universidad se auxilian más de la tecnología y propician nuevos esquemas de aprendizaje. Ahora ya es común que en los posgrados se tomen clases, cursos o módulos a distancia. La MC Alejandra Rocha, el MC Ricardo Acosta, el MC Guillermo Villaseñor, el MC Juan Contreras, la Dra. Ana Isabel Zermeño son, por mencionar algunos, maestros que han realizado sus clases a distancia en nuestra institución.

Actualmente el Centro Universitario de Producción de Medios Didácticos (CEUPROMED) está realizando entre otras cosas, una plataforma Web única en nuestro país para la educación a distancia dentro y fuera de nuestra institución. Por su parte la Dirección General de Servicios Telemáticos (DiGeSeT) está evaluando equipo tecnológico (Tangber, Vcon etc.) para que en un futuro corto nuestra universidad pueda contar con salas de videoconferencia capaces de transmitir por el Backbone, imágenes, audio, texto y video utilizando el protocolo H323, ahorrando de esta manera la renta de enlaces digitales de empresas como Telmex y Avantel. Se estima que para el 2002 la Universidad de Colima contará con una infraestructura sólida de educación a distancia (hardware, software, recurso humano etc.) ofreciendo una educación extramuros a los estudiantes extranjeros y mayores posibilidades de estudio para nuestro estado. (DiGeSeT:2001)

Laboratorios de Realidad Virtual

Según Rudomin (1999), un laboratorio virtual es un ambiente heterogéneo, distribuido, que tiene el propósito de permitir a un grupo de investigadores localizados en diferentes lugares del mundo, trabajar juntos en proyectos comunes. Como todo laboratorio contiene herramientas y técnicas especificas.

Los elementos que componen un laboratorio virtual son:

- Simulaciones a gran escala
- Uso de bases de datos dinámicas y distribuidas
- Acceso a Instrumentos científicos conectados a la red
- Utilización de herramientas de colaboración
- Aprovechamiento de hardware y software existente

Este tipo de laboratorios generalmente demandan un gran ancho de banda, el tiempo de retardo de la información debe ser mínima y los protocolos multicast son fundamentales para lograr la colaboración en este laboratorio donde la gente, los recursos y el cómputo están distribuidos. La información que se intercambia en estos laboratorios combina la voz, el video y los datos en tiempo real para el control de instrumentos y cantidades de datos significativas en simulaciones y visualizaciones.

En México el ITESM es una institución que esta trabajando en desarrollar estos ambientes de trabajo bajo distintas perspectivas y definiciones. Un ejemplo es el RobotLab, donde se pretende que existan aplicaciones como simulaciones y control remoto elaboradas con herramientas Java, VRML y Java 3D. Este tipo de laboratorios produce enseñanza y entretenimiento fuera de línea, propiciando capacitación a operativos, a estudiantes, a diseñadores, también reduce costos y diversifica las aplicaciones.

En la Universidad de Colima, el CEUPROMED dentro del programa “Integración Tecnológica” trabaja en la creación de ambientes de aprendizaje basados en la tecnología y en donde se contempla la creación de laboratorios de realidad virtual. Para ésta institución un laboratorio de realidad virtual es un escenario donde el uso de la computadora y

otros elementos coordinados por ella, permite la simulación dinámica y tridimensional con alto contenido gráfico, acústico y táctil. En esta simulación el usuario ingresa a mundos aparentemente reales, resultando inmerso en ambientes de origen artificial generando situaciones ricas en aprendizaje programadas. De acuerdo al CEUPROMED la universidad contará con este servicio en el 2003.

5.1 Concentración de la Información

Después de haber recopilado toda la información que arrojó el diagnóstico, fue analizada y clasificada en diferentes rubros que a continuación se presentan.

5.1.1 Información organizacional

La DiGeSeT cuenta con una estructura organizacional sólida, consolidada por personas de nivel maestría, ingeniería y licenciatura. Se han venido desarrollando sistemas para la automatización de los servicios de tal manera que la atención sea más ágil y eficaz para los usuarios de la red. Desde 1999 se han incrementado considerablemente los servicios que ofrece, y hoy en día se considera una dependencia importante en el crecimiento tecnológico de la universidad. Esta institución tiene bien claro sus objetivos y funciones por la que fue creada, y cuentan con registros en papel y en medios electrónicos de su historia y sus servicios para aquellas personas que deseen información.

5.1.2 Información técnica

1. La DiGeSeT es núcleo principal de la red universitaria y se considera el nodo número uno del Backbone.
2. Esta institución cuenta con 36 computadoras las cuales se destinan a realizar diferentes actividades.

3. Tiene a su cargo 12 computadoras especiales que funcionan como “servidores de aplicaciones” los cuales son administrados y operados por el personal de la subdirección de cómputo y sistemas.
4. La infraestructura de red esta consolidada en una tecnología tipo estrella que puede soportar velocidades de 100 Mbps, que por el momento es suficiente para las actividades que se realizan día a día en ésta dependencia.

5.1.3 Información del Backbone

1. El Backbone de la Universidad de Colima, es de tipo estrella, utiliza tecnología Gibabit Ethernet y emplea como medio de transmisión la fibra óptica.
2. La velocidad de transmisión que soporta son mil millones de bits por segundo.
3. Este Backbone no se utiliza ni al 5% de su capacidad, lo que indica que puede soportar aplicaciones multimedia que demanden gran ancho de banda.
4. Los equipos que se emplean para formar el Backbone pueden soportar enlaces de alta velocidad.
5. Los enlaces más lentos son los que conectan los nodos Tecomán y Manzanillo, ya que son los que se encuentran más alejados del nodo principal y no utilizan fibra óptica, emplean un enlace de cobre a una velocidad de 512 Kbps.
6. El enlace a Internet con el que cuenta la universidad es de 4 Mbps.

5.2 Propuesta del hardware

Para empezar recordemos que de acuerdo con el CUDI se debe contar con un buen Backbone interno, y un enlace mínimo de 2 Mbps hacia Internet2. Basándonos en esto, preparamos la propuesta para el mejoramiento de la tecnología interna y la unión de la universidad al CUDI.

Por la información que se obtuvo del diagnóstico, y de acuerdo a los requerimientos tecnológicos que demandan las aplicaciones de I2, podemos decir que en la actualidad el Backbone de la Universidad de Colima con su topología de estrella y usando la fibra óptica como medio físico, es capaz de soportar aplicaciones de Internet2.

Ahora, el siguiente paso es conectarse con el CUDI (recibir la señal de Internet2) en la universidad para después difundirla a los nodos del Backbone; para llevar a cabo este proceso se necesita preparar el equipo con el que cuenta la institución que es el Smart Switch Router (SSR-8600) llamado Hércules, que es el que controla todo el tráfico de la red interna. Este equipo por sus características puede recibir directamente la señal de I2 pero por cuestiones administrativas, de seguridad y preventivas no es recomendable.

A continuación se menciona la propuesta de un equipo que se puede emplear para recibir la señal de I2.

Se requiere adquirir un descanalizador (FCD), y para esto se propone el FCD-E1 de la empresa RAD, ya que es de la misma marca de los que se tienen actualmente y además contiene nuevas características.

También se recomienda adquirir el equipo X-Pedition Router 8000 (SSR-8), de la línea X-Pedition, de la empresa Enterasys, perteneciente a la misma familia del SSR-8600, pero de un nivel mas bajo. Ver figura 5.1

Sus características son:

- Es un equipo modular con fuente de poder redundante.

- Puede realizar ruteo con los protocolos más populares del mercado, también puede manejar tráfico de la mejor manera.
- Contiene puertos que soportan enlaces de Gbps, WAN y LAN.
- Puede crecer hasta 112 puertos 10/100 UTP.
- Soporta tecnología SONET, ATM, y enlaces WAN.
- Está preparado para soportar aplicaciones de voz y video.
- Puede implantar QoS (calidad de servicio).

Fig. 5.1 X-Pedition Router 8000
Fuente: (sitio web de Cabletron)

El procedimiento para recibir la señal de I2 y transmitirla al Backbone, es el siguiente: la señal se transmitirá a través de un enlace de fibra óptica el cuál será recibido por el equipo STM1-3, comúnmente llamado "la tributaria", de este equipo se transmite la señal al FCD-E1, y luego hacia un puerto serial del X-Pedition 8000 (SSR-8), quien a su vez será el encargado de transmitir la señal procesada y transformada en información útil por el Backbone. Ver figura 5.1

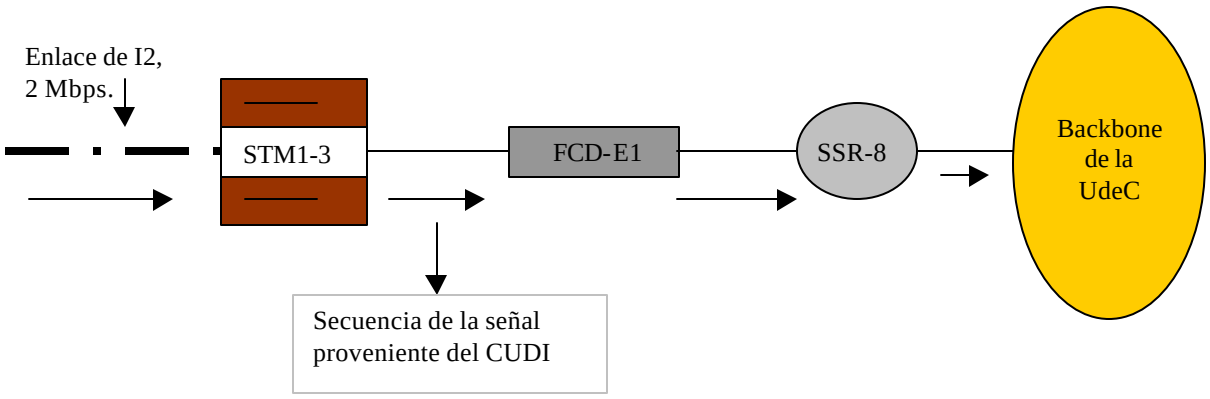


Fig. 5.2 forma de llegada de la señal de I2 hacia el Backbone

No solo la adquisición del hardware garantizará el buen funcionamiento de I2 en la universidad, hay que tomar en cuenta que debemos añadir nuevas configuraciones a los equipos que existen y a los que se van a adquirir.

De acuerdo con las entrevistas realizadas al subdirector de redes y telecomunicaciones de la DiGeSeT en la UdeC, el Ing. Carlos Fidel Gaspar y al Administrador de la red Juan Francisco Vaca, el equipo con el que se cuenta actualmente (SSR-16) llamado Hércules, es capaz de soportar el tráfico de paquetes, la administración y el ruteo, con solo modificar parámetros en su configuración, así como agregar nuevos protocolos de ruteo, de administración, de QoS y de seguridad que demandan las nuevas aplicaciones de Internet2, además de que se cuenta con equipos adicionales que pueden ayudar al Hércules a trabajar mejor; vale la pena recordar que si queremos incrementar las tareas o aplicaciones a este tipo, debemos antes tomar en cuenta su capacidad de memoria y la versión del sistema operativo.
En cuanto a los equipos que se pueden adquirir para solventar las necesidades de I2, ya se tiene experiencia para operarlos y configurarlos, pero habrá que auxiliarse de personas expertas en el área y contratar un servicio de soporte técnico.

Un aspecto importante y que vale la pena mencionar es que en este apartado no se mencionan todos los pasos, procedimientos y protocolos que se deben configurar en los equipos, debido a que es un tema muy amplio, y quizá de otra investigación, pero no relevantes para el objetivo de esta tesis.

En resumen los equipos que se tendrán que configurar son:

- SSR-16 “Hercules”
- X-Pedition 8000
- FCD-E1
- QoS Works (Sitara)
- El Switch de la Digeset y el de los nodos principales que componen el Backbone

5.3 Propuesta del enlace a I2 con el CUDI

Para que la universidad pueda tener su conexión a Internet2, necesita conectarse al Gigapop más cercano que en éste caso es la Universidad de Guadalajara y pagar el costo por este enlace a la empresa que se lo rente. Para esta primera conexión con I2 se recomienda que la velocidad del enlace sea la mínima que estipula el CUDI, o sea de 2 Mbps, ya que actualmente no se han terminado las aplicaciones que se han estado desarrollando en la universidad y un enlace más grande generaría mucho gasto.

5.4 Propuesta de los nodos internos para recibir la señal de I2

De acuerdo a los resultados que arrojó el diagnóstico, los nodos que se mencionan a continuación son los propuestos para soportar las aplicaciones de I2, ya que cuentan con enlace de Gigabit Ethernet, Fast Ethernet y no presentaron dificultades en las pruebas que se realizaron. También gracias al diagnóstico sabemos el número de computadoras de cada nodo. Una aclaración que vale la pena resaltar es que la cantidad de

computadoras que aquí se mencionan, no es la totalidad de computadoras que tiene la universidad, sino aquellas que pertenecen a los nodos principales y que además tienen su conexión de red al Backbone.

Nodo	No. de computadoras
Cenedic	62
Biblioteca de Ciencias Sociales	19
Biblioteca de las Ciencias	246
Biblioteca de la Salud	71
Medios Didácticos	59
Biblioteca de Humanidades	115
Nodo de CUICA-CIAM	235
Total:	**807**

Tabla 5.1 Número de computadoras que pertenecen a los nodos.

Desafortunadamente los nodos Tecomán y Manzanillo no fueron propuestos para Internet2, debido a que su enlace con el nodo principal (DiGeSeT) no cuenta con suficiente ancho de banda, y los equipos que todavía utilizan en sus enlaces no son los adecuados. Si en un futuro se pretende que I2 llegue hasta estos nodos, se recomienda comprar el equipo X-Pedition Router 2000 para solucionar el problema de ruteo, de nuevos protocolos y de proveer QoS; también se recomienda ampliar el ancho de banda de estos nodos a 1 Mbps como mínimo.

5.5 Requerimientos administrativos

En cuanto al aspecto administrativo, para que la Universidad de Colima ingrese a Internet2, necesita cambiar su membresía ante el CUDI de “afiliados” a “asociados académicos” y tendrá que pagar una cuota de inscripción que varía de acuerdo al mes, y que oscila entre 192 y 216 mil pesos. Posteriormente tendrá que pagar una anualidad que también varía de acuerdo al mes y que oscila entre 350 y 378 mil pesos.

Es recomendable que la DiGeSeT, nombre a una persona encargada al 100% del proyecto de I2 en la universidad, para que en un futuro pueda operar y supervisar el enlace y los equipos de telecomunicaciones que se empleen para Internet2, y también se recomienda una mayor participación en las reuniones y eventos del CUDI.

Conclusiones

No cabe duda que los esfuerzos por desarrollar aplicaciones y contar con tecnología en la universidad han sido muy fuertes en los últimos diez años, cada día más bachilleratos y facultades cuentan con equipo de cómputo y conexión a Internet, también con nuevos ambientes y centros de aprendizaje donde la tecnología auxilia al proceso educativo, provocando una revolución interna en el uso de la tecnología en beneficio de los estudiantes, maestros y personal administrativo.

Esta investigación fue de gran importancia, ya que nos mostró y describió con base en un diagnóstico y a otras herramientas de recolección de información, la tecnología actual que conforma el Backbone, su funcionamiento y desempeño en los diferentes nodos. También permitió proponer nuevos equipos y presentar soluciones para fortalecer las debilidades que se detectaron en el diagnóstico con el fin de estar preparados para la incursión a I2.

Podemos decir con certeza, que el Backbone en casi todos sus nodos principales no necesita ningún cambio de equipo o de tecnología, pero en donde sí es necesario adquirir equipo nuevo es en el nodo central (DiGeSeT), ya que es ahí donde se pretende recibir el enlace de I2 para retransmitirlo hacia los demás nodos. En forma general los requerimientos son: contratar un enlace de 2 Mb para I2, un FCD-E1 y un Smart Switch Router X-Pedition 8000. Se proponen como nodos universitarios para I2 los siguientes: DiGeSeT, Cenedic, Biblioteca de Ciencias, Biblioteca de Ciencias Sociales, Biblioteca de la Salud, Biblioteca de Humanidades y el CUICA-CIAM.

En sus nodos secundarios, caso Tecomán y Manzanillo, se necesita contar con equipos de telecomunicación más sofisticados, para esto se recomienda el equipo X-Pedition Router 2000, y por supuesto cambiar la tecnología de los enlaces a Fast Ethernet o Gigabit Ethernet, mejorar su ancho de banda para incrementar la velocidad a 2 Mbps en cada uno. Hay que tener en cuenta el costo-beneficio que esto implica.

En cuanto a las aplicaciones que la Universidad de Colima está desarrollando, podemos decir que están muy avanzadas y que en cualquier momento I2 puede contar con: biblioteca digital, educación a distancia, y videoconferencia entre otras. Estas aplicaciones no tienen ningún problema para nuestro Backbone, ya que emplea en sus enlaces la fibra óptica y utiliza tecnología Gigabit Ethernet, y además los equipos que integran el Backbone (Ruteadores, Switches) cuentan con tecnología que permite la calidad de servicio QoS, optimizando ancho de banda y administrar la red.

Dentro del aspecto económico no se contemplaron los gastos que ocasiona la incursión de la universidad a I2, ya que hay una gran diversidad de equipos, tecnología, fabricantes y de proveedores.

Hablando del CUDI podemos decir que la red de I2 en México no está al mismo nivel en velocidad y equipos (hardware) que en Estados Unidos, esto se debe a que las necesidades de los dos países son diferentes, mientras hablamos que en los Estados Unidos hay más de 150 universidades conectadas, México sólo tiene a 13, esto refleja solo a un pequeño porcentaje de todas las universidades de nuestro país. Además la red de I2 de Estados Unidos sirve de tránsito para muchas redes que ahí convergen, provenientes de Canadá, Asía-Pacifico, Europa y Sudamérica, lo cual demanda la utilización de un gran ancho de banda.

De acuerdo con el ex presidente del comité de desarrollo de la red del CUDI el Ing. Arturo Lev Servin, el futuro de la red de Internet2 en México es lograr que tenga un mayor alcance geográficamente, ya que sólo se tiene una cobertura de cuatro ciudades: México, Tijuana, Monterrey y Guadalajara, siendo una red pequeña y faltando lo que es el golfo de México, la península de Yucatán y el Pacifico. Para los próximos 3 años se espera tener más de 150 afiliados incluyendo a los institutos tecnológicos, y que la utilización de la red sea mayor teniendo la posibilidad de estudiar carreras, especialidades y que también la puedan usar los abogados, contadores, médicos etc. El futuro de I2 en México es optimista, el gobierno está conciente del apoyo que debe recibir la educación para convertirse en una fuerza impulsora del desarrollo económico y social (CUDI:2001).

Es indudable que la incursión a ésta nueva red traerá consigo revoluciones tecnológicas, educativas, comentarios de aceptación y rechazo, es recomendable que no solo se prepare a la universidad en el ámbito tecnológico, sino que también se empiece a trabajar con una cultura de enseñanza – aprendizaje basada en la tecnología, para que I2 sea un éxito y un fuerte apoyo a la educación.

En una visión futurista podemos decir que el futuro de Internet y de Internet2 será el Internet óptico o inalámbrico, ya que se abaratarán los costos y las universidades podrán contar con su propia fibra óptica y no la tendrán que estar rentando.

Se recomienda que ésta investigación se siga actualizando, ya que los participantes de I2 en México son cada vez más y la tecnología se mejora y crece cada vez más rápido. Es importante que exista mayor difusión hacia el interior de la institución, con el fin de mostrar los avances tecnológicos que se logran día con día, y que son para el beneficio de toda la comunidad universitaria.

El haber realizado esta tesis significó un gran logro, por todo el esfuerzo y la dedicación que implicó. Espero que éste trabajo sirva como ejemplo para futuras investigaciones en el ámbito tecnológico y educativo, principalmente en la sistematización de procesos como diagnósticos, monitoreo de redes, y pruebas técnicas.

Bibliografía

Agencia Sayrolsnet, mediante la revista *British Journal Nature* expone un artículo llamado "Limites de la fibra óptica", Estados Unidos 2001.

Álvarez Cárdenas, Omar. "Presentación de la historia de la comunicación electrónica", en la clase de Tecnología de Redes, impartida en la maestría de Tecnología y Educación periodo 1999-2001. México.

ANUIES, Asociación Nacional de Universidades e Instituciones de Educación Superior, (2001), URL: http://www.ucol.mx/anuies , Colima. México

APAN, Consorcio para la Red Avanzada de Asia-Pacífico 2001, URL: http://www.apan.net.

Boyles, Heather. Presentación en diapositivas del tema "Internet2 Directions", en la Reunión de Primavera CUDI 2001 México.

CICESE Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, documento guía *Introducción a las Redes Locales de Datos* 1998 México.

CISCO System, equipo de la siguiente generación de ruteadores: Gigabit Switch Router 21008, dirección URL: http://www.cisco.com/univercd/cc/td/doc/product/core/cis12000/cis12008/icg/product1.htmEstados Unidos 2001.

Coordinación General de Servicios y Tecnologías de Información (CGSTI), URL: http://www.ucol.mx/acerca/coordinaciones/CGSTI (2001)

CUDI Corporación Universitaria para el desarrollo de Internet (2001) "Antecedentes" URL: Http://www.cudi.edu.mx.

DANTE, Red Nacional de Investigación Europea 2001, URL: Http://www.dante.net.

Delgado, Antonio. Presentación en diapositivas del tema "Comité de membresías informe reunión de primavera", en la Reunión de Primavera del CUDI 2001 México.

DiGeSeT, Dirección General de Servicios Telemáticos, (2001) dirección URL: http://www.ucol.mx/antecedentes, Colima. México

Dirección General de Servicios Bibliotecarios (DGSB), URL: http://www.ucol.mx/acerca/cordinaciones/CGSTI/desarrollo/ (2001).

Enterasys Networks, equipo para redes de banda ancha, Smart Switch Router 8600, dirección URL: http://www.enterasys.com/products/items/SSR-16/.

Fox y Lunnin "Definición de Biblioteca digital", definición citada por el Dr. Javier Solorio, para su presentación sobre proyectos especiales de la Universidad de Colima 2001.

Gladney, "Definición de Biblioteca digital", definición citada por el Dr. Javier Solorio, para su presentación sobre proyectos especiales de la Universidad de Colima 2001.

Ira, Franco artículo sobre "uso del Internet en México", URL: http://www.dineronet.com. México 2001.

Jesús García Tomas, Ferrando Santiago. "*Redes para Proceso Distribuido"* (1997), Editorial ra-ma. España.

John tiffin, lalita rajasingham, "Internet como entorno para la enseñanza a distancia,",. *en busca de la clase virtual*, paidós pp. 231-256, isbn 84-493-0402-4. 1996

John Tiffin, Lalita Rajasingham "La clase virtual",. *en busca de la clase virtual*, paidós pp. 179-200, isbn 84-493-0402-4. 1999.

Llorenzo García Aretio, "El aprendizaje a distancia de las personas adultas", educación a distancia hoy pp. 109-179, isbn 84-362-3129-5. 1998

Quiroga Leos, Gustavo. *Organización y Métodos en la Administración*, (1996), editorial trillas segunda edición, México.

Secretaría de Consejo Superior de Informática, (2000). "¿Qué es una red MAN?" URL: Http://www.map.es/csi/silice/Redman4.html .

SONET, descripción de los enlaces de alta velocidad, página llamada "Educational Information", dirección URL: http://www.sonet.com/edu/edu.htm, Estados Unidos 2001.

UCAID Corporación Universitaria para el Avance y desarrollo de Internet (1997-2001), URL: http://www.internet2.edu.

Anexo 1.

Instituciones de Internet2 en los Estados Unidos

1. Universidades

Arizona State University.
Auburn University.
Baylor College of Medicine.
Baylor University.
Binghamton University.
Boston University.
Brigham Young University.
Brown University.
California Institute of Technology.
California State University, Hayward.
California State University System.
Carnegie Mellon University.
Case Western Reserve University.
Catholic University of America.
Clemson University.
College of William and Mary.
Colorado State University.
Columbia University.
Cornell University.
Dartmouth College.
Drexel University.
Duke University.
East Carolina University.
Emory University.
Florida A & M University.
Florida Atlantic University.
Florida International University.
Florida State University.
Gallaudet University.
George Mason University.
George Washington University.
Georgetown University.
Georgia Institute of Technology.
Georgia State University.
Harvard University.
Idaho State University.
Indiana University, Bloomington.
Iowa State University.
Jackson State University.
Johns Hopkins University.
Kansas State University.
Kent State University.
Lehigh University.
Louisiana State University, A&M College.
Massachusetts Institute of Technology.
Medical University of South Carolina.
Michigan State University.
Michigan Technological University.
Mississippi State University.
Montana State University, Bozeman.

New Jersey Institute of Technology
New Mexico State University
New York University
North Carolina State University
North Dakota State University
Northeastern University
http://www.northwestern.edu/Northwestern University
Ohio State University Main Campus
Ohio University
Oklahoma State University
Old Dominion University
Oregon Graduate Institute of Science & Technology
Oregon Health Sciences University
Oregon State University
Pennsylvania State University Main
Portland State University
Princeton University
Purdue University
Rensselaer Polytechnic Institute
Rice University
Rochester Institute of Technology
Rutgers University
Seton Hall University
South Dakota School of Mines & Technology
South Dakota State University
Southern Illinois University, Carbondale
Southern Methodist University
Stanford University
Stephen F. Austin State University
Stony Brook University
Syracuse University
Texas A & M University
Texas Christian University
Texas Tech University
Tufts University
Tulane University
University at Buffalo, SUNY
University of Akron
University of Alabama
University of Alabama, Birmingham
University of Alabama, Huntsville
University of Alaska
University of Arizona
University of Arkansas
University of Arkansas at Little Rock
University of Arkansas for Medical Sciences
University of California, Berkeley
University of California, Davis
University of California, Irvine
University of California, Los Angeles
University of California, Office of the President
University of California, Riverside
University of California, San Diego
University of California, San Francisco
University of California, Santa Barbara
University of California, Santa Cruz

University of Central Florida
University of Chicago
University of Cincinnati
University of Colorado at Boulder
University of Colorado, Denver
University of Connecticut
University of Delaware
University of Florida
University of Georgia
University of Hawaii
University of Houston
University of Idaho
University of Illinois, Chicago
University of Illinois, Urbana-Champaign
University of Iowa
University of Kansas
University of Kentucky
University of Louisville
University of Maine
University of Maryland, Baltimore County
University of Maryland, College Park
University of Massachusetts
University of Memphis
University of Miami
University of Michigan, Ann Arbor
University of Minnesota, Twin Cities
University of Mississippi
University of Missouri, Columbia
University of Missouri, Kansas City
University of Missouri, St. Louis
University of Montana
University of Nebraska
University of Nevada, Las Vegas
University of Nevada, Reno
University of New Hampshire
University of New Mexico Main
University of North Carolina, Chapel Hill
University of North Dakota
University of North Texas
University of Notre Dame
University of Oklahoma, Norman
University of Oregon
University of Pennsylvania
University of Pittsburgh
University of Puerto Rico
University of Rhode Island
University of Rochester
University of South Carolina, Columbia
University of South Dakota
University of South Florida
University of Southern California
University of Southern Mississippi
University of Tennessee
University of Texas, Arlington
University of Texas, Austin
http://www.utdallas.edu/University of Texas, Dallas

University of Texas, El Paso
University of Texas Southwestern Medical Center at Dallas
University of Tulsa
University of Utah
University of Vermont
University of Virginia
University of Washington
University of Wisconsin, Madison
University of Wisconsin, Milwaukee
University of Wyoming
Utah State University
Vanderbilt University
Virginia Commonwealth University
Virginia Polytechnic Institute
Wake Forest University
Washington State University
Washington University, Saint Louis
Wayne State University
West Virginia University
Western Michigan University
Wichita State University
Worcester Polytechnic Institute
Wright State University
Yale University

2. Los Socios Corporativos

3Com
Advanced Network & Services
Alcatel
AtyT
Cisco Systems
IBM Corporation
Intel Corporation
ITC^DeltaCom
Lucent Technologies
Marconi Communications
Microsoft Research
Nortel Networks
Qwest Communications
SBC Communications
Spirent Communications.
WCI Cable, Inc.
WorldCom

3. Los Socios Patrocinadores

Arbor Networks
Amnis Systems
Bell South
Baltimore Technologies
Cable & Wireless
Carrier Access Systems
Compaq Computer
Ford Motor Company
Foundry Networks
NEES Communications, Inc.
Novell

RADVision
Sun Microsystems

4. Los Miembros Corporativos

Accord Networks
Advanced Infrastructure Ventures
Akamai Technologies
Apple Computer
AppliedTheory Communications, Inc.
Asta Networks
Blackboard, Inc
Boeing Phantom Works
C-SPAN
Community of Science
Deutsche Telekom
EBSCO Information Services
Eli Lilly Corporation
Fujitsu Laboratories
Global Crossing
Hitachi
Impsat Fiber Networks
J.P. Morgan Chase & Co.
Johnson & Johnson
Juniper Networks
Media Station, Inc
Medschool.com
Motorola Labs
Multicast Technologies, Inc
NASDAQ
NEC Corporation
Nippon Telegraph and Telephone
Nokia Research Center
Pacific Internet Exchange Corporation
ProQuest Information and Learning
SeaChange International
Siemens
Source Software Institute
Sprint
Syntel, Inc.
Tachyon.net
Telecom Italia Lab
Telcordia Technologies
Telebeam, Inc.
Teleglobe Communications Corporation
TeraBeam Networks
The Hartford Financial Services Group, Inc.
UBS PaineWebber
Velocita Corporation
Verizon Communications
WorldPort Communications, Inc.
ZAMA Networks, Inc.
University.com

5. Los Miembros Afiliados

Alliance for Higher Education
Association of Universities for Research in Astronomy
Desert Research Institute
European Center for Nuclear Research(CERN)
Earth Resources Observations Systems (EROS) Data Center
Howard Hughes Medical Institute
Jet Propulsion Laboratory
NASA - Goddard Space Flight Center
NASA - Marshall Space Flight Center
National Institutes of Health
National Oceanic and Atmospheric Administration - Boulder
National Oceanic and Atmospheric Administration - DC
National Science Foundation
Southwest Research Institute
University Corporation for Atmospheric Research
Alabama Supercomputing Authority
Army Systems Engineering Office
Bradley University
Department of Management Services
DePaul University
EDUCAUSE
Ellemtel Utvecklings AB
Environmental Research Institute of Michigan (ERIM)
Fraunhofer Center for Research in Computer Graphics, Inc.
Indiana Higher Education
Telecommunication System
LANet
MCNC
Merit Network, Inc.
New World Symphony
NYSERNET, Inc.
OARnet
OneNet
PeachNe t
Southeastern Universities Research Association
State University System of Florida
State University of New York (SUNY)
Survivors of the Shoah-Visual History Foundation
University of Missouri System
University of North Carolina, General Administration
WVNET.edu

Anexo 2.

Instituciones que forman parte del CUDI

Asociados académicos

Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada (CICESE)
Instituto Politécnico Nacional (IPN)
Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Monterrey (ITESM)
Laboratorio Nacional de Informática Avanzada (LANIA)
Universidad Autónoma de Nuevo León (UANL)
Universidad Autónoma de Tamaulipas (UAT)
Universidad Autónoma Metropolitana (UAM)
Universidad de Guadalajara (U. de G.)
Universidad de Las Américas-Puebla (UDLA-P)
Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM)
Universidad La Salle (ULSA)
Universidad Veracruzana (UV)
Universidad Autónoma de Ciudad Juárez (UACJ)

Asociados Institucionales

Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT)
Teléfonos de México, S. A. de C. V. (TELMEX)
Cabletron System S.A. de C.V.
Marconi Communications de México S.A. de C.V. (Fore System)
Nortel Networks de México S.A. de C.V.

Instituciones afiliadas

Universidad Anáhuac del Sur (UAS)
Universidad Autónoma de Sinaloa (UAS)
Universidad de Colima (UCol)
Universidad Iberoamericana (UIA)
Instituto Tecnológico Autónomo de México (ITAM)
Universidad Autónoma de Coahuila (UAC)
Universidad Autónoma de Chihuahua (UACH)
Universidad Tecnológica de México (UNITEC)
Universidad del Valle de México (UVM)
Universidad Autónoma de La Laguna (UAL)
Instituto Latinoamericano de Comunicación Educativa (ILCE)
Instituto Mexicano del Petróleo (IMP)
El Centro de Investigaciones en Geografía y Geomática (CENTRO GEO)
El Instituto de Investigaciones Eléctricas (IIE)
El Instituto Nacional de Astrofísica Óptica y Electrónica (INAOE)
La Texas A&M University Center México
La Universidad Nacional Pedagógica (UPN)
Universidad Tecnológica de Puebla (UTP)
Universidad Autónoma de Baja California (UABC).

Anexo 3.

Diagnóstico de Telecomunicaciones para Internet2

Generalidades

1. Nombre de la Institución

2. Ubicación (calle/Avenida/Número/Número interior/Colonia/Campus)

3.Municipio / Estado

Código Postal **Teléfono (s)** **Fax: (01)**

4. Nombre del responsable de la institución

5. Cargo

6. Grado académico

7. Teléfono y Correo electrónico

8. Jefe al que reporta

9. Nombre de la persona que realiza el diagnóstico

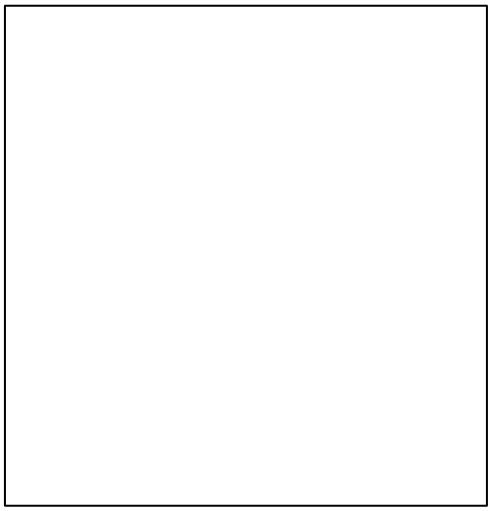
10. Teléfono **11. Correo electrónico**

Aspecto organizacional

1. Antecedentes, Misión y Visión

2. Organigrama

Organigrama de la Digeset



3. Documentos administrativos

5. Tipo de plazas

- Base
- Eventuales
- Confianza
- Becarios

→ Indica que es ventana desplegable con varias opciones.

7. Dependencias que apoyan económicamente a la institución

8. Empresas con las que sostiene relaciones institucionales

- ___Gobierno
- ___Universidades
- ___Inst. Privadas
- ___Inst. Públicas

Recursos Humanos

1.Número de personas de base

1 a 5
5 a 10
10 a 15
15 a 20
20 a 30

Datos particulares del personal de base

1.Nombre:

2. Escolaridad

3. Turno en el trabajo

- Mañana
- Tarde
- Ambos
- Otro

4. Puesto que desempeña:

Licenciado ____

Ingeniero _____

Maestría_____

Doctorado____

5. Antiguedad:

6. Número de recursos recibidos de su área en un año:

7. Número de personas becadas a su cargo:

1 a 3
3 a 6
6 a 10

Tecnológia de la dependencia (Digeset)

Tipo de red local:

- Estrella
- Bus
- Anillo
- Inalámbrica
- Otra

Tipo de cableado:

- Fibra óptica
- Par trenzado -
- Coaxial
- Otro

→

UTP Cat 5
UTP Cat 5E
UTP Cat 6

Velocidad interna de transmisioón:

5 Mbps
10 Mbps
100 Mbps
1 Gbps

Número de computadoras para trabajo en la dependencia (no servidores):

Descripción de los servidores

Nombre del servidor:

Descripción técnica:

Sisteme operativo que emplea:

Provedor:

Ubicación y función:

Descripción del Backbone

1. Topología:

- Anillo
- Estrella
- Bus
- Otro

2. Tecnología que emplea:

- Ethernet
- Fast Ethernet
- FDDI
- Gigabit Ethernet
- ATM
- Frame relay
- SONET

3. Velocidad de transmición:

4. Dispositivo que administra y controla del tráfico:

Ruteador
Swicth
Swicth router
Otro

5. marca y modelo del dispositivo:

6. Nombre y grado de la persona encargada del Backbone:

7. Software para el monitoreo:

SITARA
PAQUETERE
FIREWALLS
VPN´S

8. Software para la administración:

SNMPC
MRTG
SPECTRUM
HPOPENDVIEW

Descripción de nodos que componen el Backbone

Porcentaje de utilización:

20%
40%
50%
100%

Nombre del nodo:

Horas de mayor demanda:

Ubicación / Distancia:

Marca , Modelo:

Dispocitivo que utiliza para el acceso al Backbone

Uninet (Telmex)
- Avantel
- AtyT (Alestra)
- Otro

Tipo de enlace con el Backbone principal:

Velocidad del enlace:

Distancia respecto al nodo principal:

Número de computadoras que dependen directamente de este nodo:

Servicios de TI que proporciona la institución

Tipo de conexión a Internet:

- DS0
- DS1
- DS2
- DS3
- DS4
- E1
- E3
E4

→

1
2
3
4
5
6

Provedor de salida a Internet:

Medio por el que se recibe el enlace a Internet:

Servicios que presta la institución al interior y exterior de la universidad

- Correo
- Internet
- Soporte técnico
- Asesoría
- Instalaciones

Servicios más demandados por las LAN del Backbone:

___ Acceso a Internet

___ Programación

___ Instalación de servidores

___ Instalación de redes

___ Asesorías

___ Mantenimiento

___ Administración

___ Publicidad

Otro: _____

Pruebas técnicas del Backbone

1. Nombre de las herramientas para el monitoreo y análisis del Backbone principal

_____

_____

_____

2. Descripción de cada una de las herramientas

_____

_____

_____

3. Establecimiento de tiempos y lugares para la aplicación de las herramientas

_____

_____

_____

4. Aplicación de las herramientas

_____

_____

_____

5. Concentración de la información

_____

_____

_____